

entidad de capacitación

CENTRO NACIONAL DE
EDUCACION A DISTANCIA

TEORÍA

ELECTRÓNICA

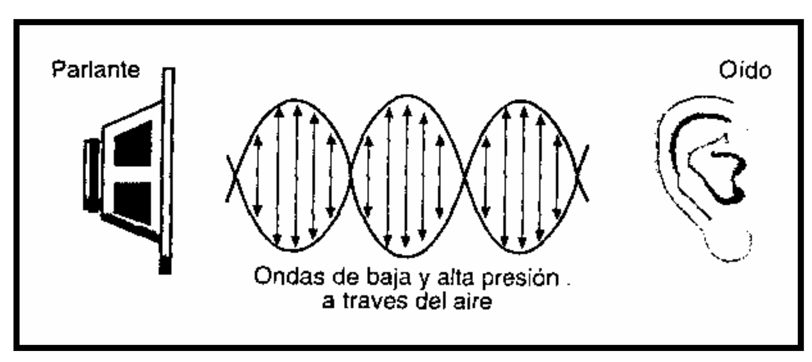
INDUSTRIAL

ENVÍO 3



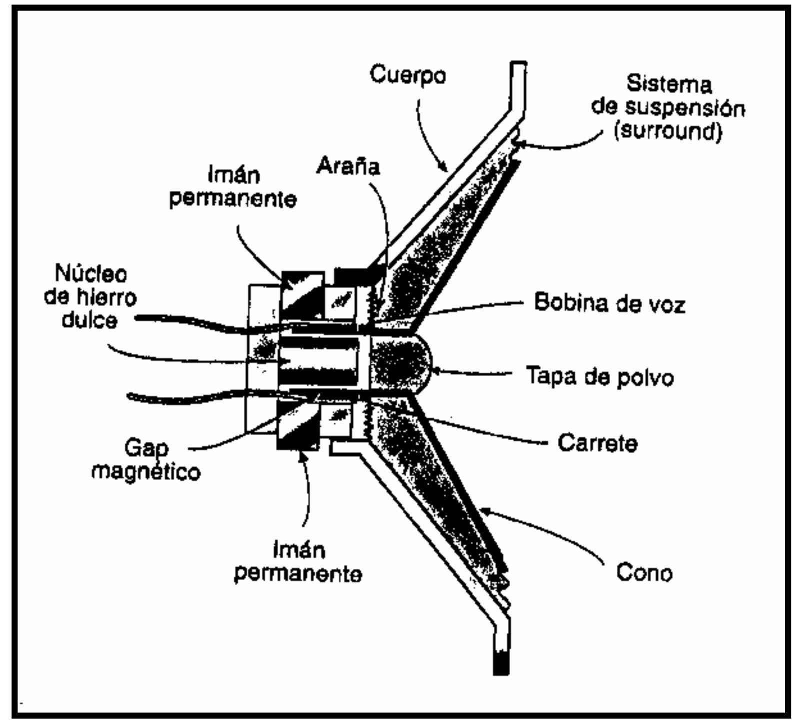
EL PARLANTE ELECTRODINÁMICO

Los parlantes son dispositivos que convierten señales eléctricas en sonidos equivalentes.



En este sentido, un parlante realiza una función exactamente opuesta a la de un micrófonos. El tipo más común y antiguo de parlante, utilizado en mas del 95% de los sistemas de sonido modernos, es el dinámico o de bobina móvil.

En la figura siguiente se muestra la estructura de un parlante contemporáneo de este tipo.

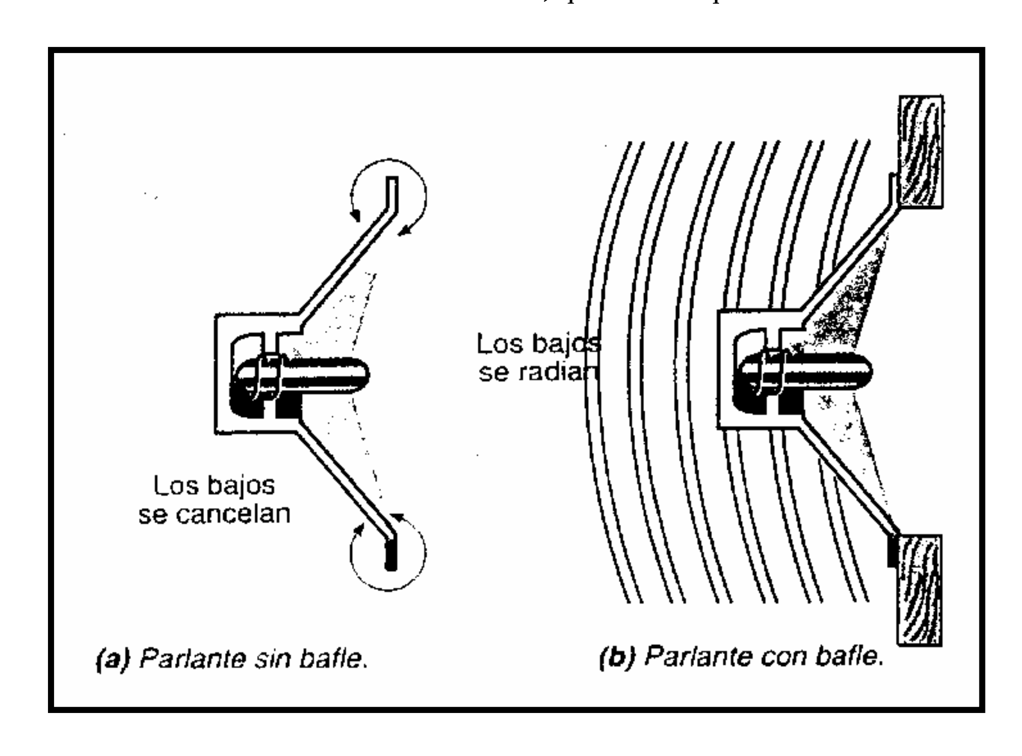


En su forma más simple, un parlante dinámico consta de una bobina móvil, un cono, un imán permanente y un soporte. La bobina está arrollada sobre un soporte de papel o de cartón y recibe la señal eléctrica de audio procedente del amplificador. El cono es una membrana de cartón de textura especial acoplada mecánicamente a la bobina por su borde más estrecho. El borde más ancho posee un sistema de suspensión que amortigua y absorbe las vibraciones de alta frecuencia que viajan por el cono.

Cuando la señal de audio pasa a través de la bobina, produce un campo magnético variable que interactúa con el campo magnético fijo creado por el imán. Como resultado de esta interacción, la bobina se mueve hacia adelante y hacia atrás, al ritmo impuesto por la señal de audio.

Puesto que el cono está unido solidariamente a la bobina, también vibra y provoca cambios de presión en el aire circundante. Esto crea ondas de sonido (voces, música, etc.) que son una réplica física exacta de la señal eléctrica de excitaci ón del parlante.

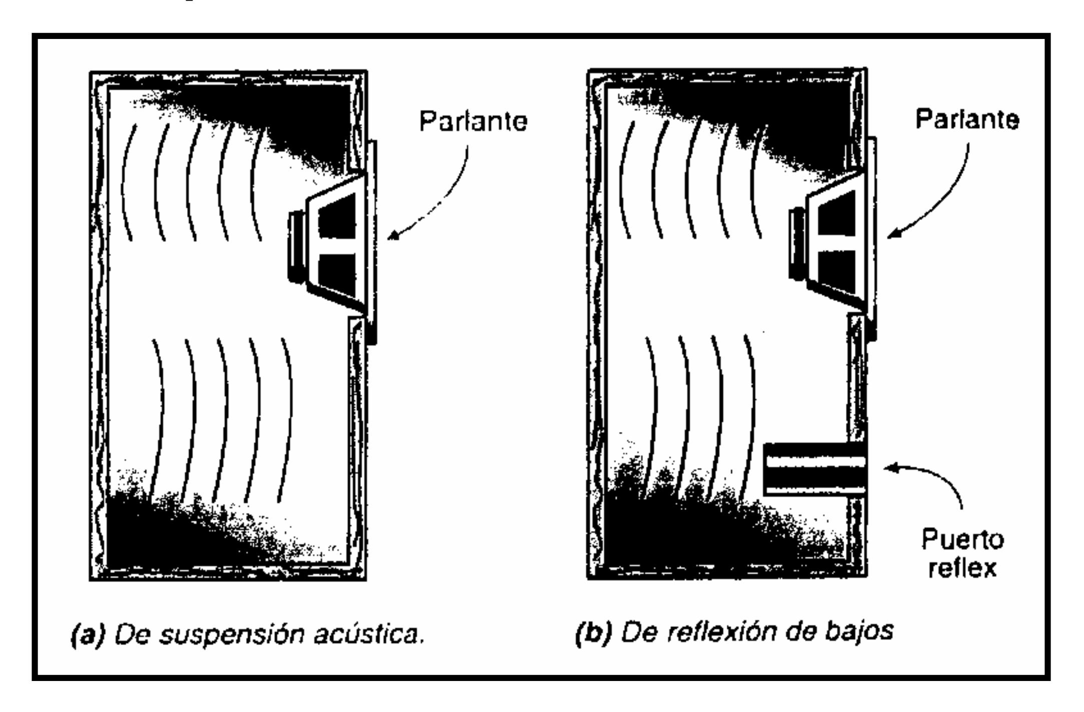
Cuando el cono de un parlante se mueve hacia adelante, produce una mayor presión de aire (compresión) al frente y una menor presión (rarefacción) detrás. Estos dos fenómenos vibratorios tienden a cancelarse y a reducir el sonido producido. Esto es particularmente crítico a bajas frecuencias debido a que el diámetro del cono es mucho más corto que la longitud de la onda. Por esta razón, los parlantes se montan en cajas acústicas (o bafles), recubiertos internamente de material absorbente, qu e evitan que esto suceda.



(a) Parlante sin bafle. (b) Parlante con bafle.

Una vez localizado un parlante dentro de un bafle, las ondas emitidas desde la parte posterior no pueden viajar hacia el frente del cono. Así se previene la cancelación de los bajos y se mejora la respuesta general de frecuencia del sistema, produciendo un sonido más natural. El bafle debe ser construido de modo que sea un complemento del parlante y tenga las medidas y proporciones adecuadas. De lo contrario, el sonido reproducido puede resultar muy estruendoso o muy plano.

Existen varios diseños generales de bafles. Los más comunes son los de suspensión acústica y los de reflexión de bajos o reflex. En la figura siguiente se muestra la estructura básica de ambos tipos.



(a) De suspensión acústica.   (b) De reflexión de bajos

En el caso de un bafle de suspensión acústica, el aire dentro de la caja, herméticamente sellada, actúa como un pistón o colchón neumático que se expande y comprime de acuerdo al movimiento del cono y mantiene confinada la onda posterior, evitando su interacción con la frontal.

En el caso de un bafle reflex, como el que se muestra en la figura siguiente, se aprovecha la energía de la onda posterior para reforzar la onda frontal permitiendo que el sonido salga de la cabina hacia el mundo exterior a través de un tubo (puerto reflex), el cual actúa como un ducto de aire. Este pasadizo, estratégicamente ubicado, reduce la presión del aire dentro de la cabina durante el movimiento del cono y mejora sustancialmente la respuesta a bajas frecuencias con respecto a un diseño cerrado. El ducto puede ser redondo, cuadrado o rectangular.

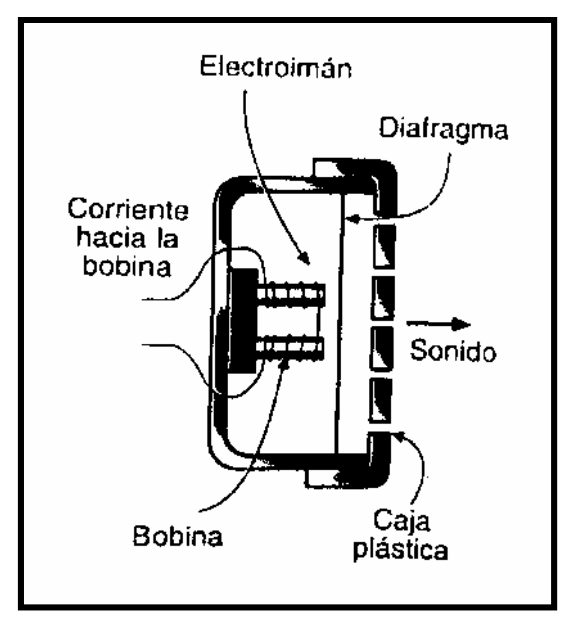
En la práctica es muy común encontrar dos o tres parlantes encerrados dentro de un mismo bafle, cada uno encargado de manejar un cierto rango de frecuencias de audio. El parlante de mayor tamaño se denomina Woofer y maneja las frecuencias bajas o bajos (de 20 Hz a 2kHz).El parlante de menor tamaño se denomina Tweeter y maneja las frecuencias altas o agudos (de 4 Khz a 20 KHz). El parlante principal, denominado midrange, tiene un tamaño intermedio y maneja las frecuencias centrales de la banda de audio (de 800 Hz a 10 KHz).

Para separar la señal de audio en los rangos de frecuencias requeridos para alimentar cada parlante, los bafles incluyen también una red de filtraje, activa o pasiva, llamada crossover. El número de rangos en que se divide el espectro determina el número de vías del bafle. La mayoría de los bafles son de dos o tres vías. Algunos inclusive utilizan dos o más parlantes para cubrir un determinado rango.

Otros tipos de parlantes comunes son los piezoeléctricos y los electrostáticos, similares en su construcción a los micrófonos del mismo nombre, pero que operan en forma opuesta. En los piezoeléctricos, por ejemplo, la aplicación de una señal eléctrica a un cristal hace que este vibre y mueva un diafragma aislante acoplado mecánicamente a él, produciendo ondas de sonido.

En los electrostáticos, por su parte, la señal de audio hace vibrar un diafragma conductor situado entre dos placas metálicas cargadas, llenas de agujeros, consiguiéndose el mismo efecto.

Los parlantes piezoeléctricos y electrostáticos de pequeño tamaño se utilizan principalmente como tweeters. Otra modalidad muy popular de parlantes dinámicos y electrostáticos son los audífonos.



Estos son utilizados para transmitir directamente al oído información de audio y permitir su recepción en forma personal. Algunos estilos incorporan un potenciómetro que permite atenuar el volumen del programa a cualquier nivel deseado.

Con respecto a los sistemas de parlantes, los audífonos presentan algunas ventajas notables. Además de permitir que el sonido llegue directamente al oído, eliminando así ruidos, reverberaciones y otros efectos indeseables, requieren poca potencia para operar, realizan una perfecta separación de los canales izquierdo y derecho, y permiten disfrutar la música sin molestar a otras personas. En la actualidad, prácticamente todos los sistemas de sonido de alta fidelidad disponen de salidas para audífonos.

Además de tamaño (diámetro del cono en pulgadas) y el rango de respuesta de frecuencia, otros factores que caracterizan un parlante son la impedancia nominal, la potencia nominal y la sensibilidad.

La impedancia nominal, en particular, se refiere al efecto de carga que presenta el mismo al circuito de utilización. Los valores normalizados de impedancia más comunes de parlantes y audífonos comerciales son 2Ω, 4Ω, 8Ω, 16Ω, 25Ω, 50Ω, etc., siendo los más populares los formatos de 4Ω y de 8Ω.

La potencia nominal, por su parte, se refiere a la energía sonora promedio que puede soportar un parlante durante un corto período de tiempo sin destruirse. Los woofer de 10” a 12”, por ejemplo, tienen, típicamente, capacidades de potencia del orden de 50 a 60 (w), mientras que para los midrange y tweeter es del orden de 10 a 40 (w). Algunos parlantes poseen dispositivos de enfriamiento especiales que evacuan rápidamente el calor desarrollado, mientras que otros emplean fluidos especiales que los conservan siempre fríos, independientemente del nivel de potencia.

Finalmente, la sensibilidad se refiere al nivel de presión sonora (SPL) producido por el parlante cuando se alimenta con 1 (w) de potencia dentro de su rango de frecuencias de operación. Entre más alta sea de SPL, más eficiente es el parlante. Los woofer de 12” a 15”, por ejemplo, tienen sensibilidades del orden de 91 a 95 dB/W o superiores.

LOS FILTROS DIVISORES DE FRECUENCIAS (CROSS OVER FILTER)

En las cajas acústicas de más de una vía, siempre se divide el espectro audible en varias partes, de forma que a cada uno de los parlantes solo llega aquella gama de frecuencias que cada uno está encargado de reproducir. Así pues, necesitamos un elemento que nos separe las señales de distintas frecuencias en tantos caminos distintos como vías tenga la caja.

Dicho elemento se conoce como filtro divisor o separador de frecuencias (en ingles la denominación es la de Cross over filter).

Idealmente este filtro debería separar el espectro completo en partes totalmente independientes. Sin embargo, la realización práctica de estos filtros es imposible.

Los filtros empleados pueden ser de dos tipos y se denominan:

a) Filtros activos
b) Filtros pasivos.

Los filtros activos (ecualizadores) se valen de las propiedades de transistores y circuitos integrados, con los que puede conseguirse una forma de respuesta a medida de nuestros requerimientos. El principal problema que presentan es que solo pueden manejar potencias. Cuando se emplean, es siempre para separar las distintas bandas de frecuencias en niveles bajos de señal.

Por el contrario, los filtros pasivos emplean exclusivamente resistencias, condensadores y bobinas; son económicos y pueden manejar potencias todo lo elevado que se desee. Desde luego, no por esto son perfectos, pero su uso se ha hecho universal, y con mayor o menor sofisticación se emplean en todas las cajas acústicas de más de una vía.

Para superar las distintas frecuencias dirigidas a sus respectivos parlantes, será necesario el uso de uno o más filtros, tanto como vías o parlantes de distinto tipo se quieran emplear. No conseguiremos ninguna mejora si conectamos los parlantes directamente en paralelo, aunque sean de distinto diámetro y rango de frecuencias.

Los filtros normalmente están formados por bobinas y condensadores distribuidos en asociación serie y paralelo, junto con las bobinas de los parlantes. Ver figura siguiente.

Como norma, debemos señalar que las bobinas permiten el paso de las señales de baja frecuencia y los condensadores de alta frecuencia.

El filtro separador de frecuencias actúa como un clasificador de tamaños de naranja. Ver siguiente figura.

CROSS OVER DE TRES VIAS

Filtro separador

Notas agudas

Notas medias

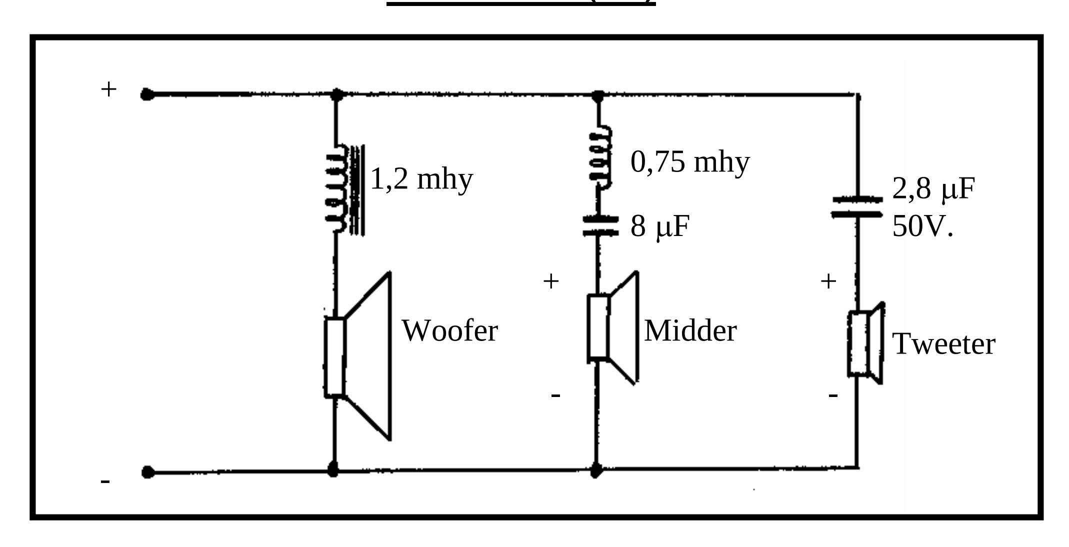
Notas graves

Woofer

Rango medio

Tweeter

EL DECIBEL (DB)



El BEL es la unidad de medida de intensidad de sonido. Como esta unidad resulta demasiado grande como para medir la potencia de salida de los equipos de sonido, se usa un sub.-múltiplo del BEL que es el DECIBEL (db). Esta medida por supuesto equivale a la décima parte de un BEL.

El decibel es una medida de relación de potencias basada en lo logarit mos decimales y puede expresar una ganancia o una perdida (atenuación) de una señal, no en valores absolutos, sino que tomando como referencia un nivel de potencia dado. Este nivel de potencia equivale a 0,006 W y representa el nivel cero.

Se ha comprobado en forma experimental que el oído humano no responde en forma lineal a las distintas energías sonoras, sino que su respuesta es logarítmica, o sea, proporcional al logaritmo de la potencia que recibe.

Ejemplo: Un parlante entrega un sonido determinado, proporcionado por la energía que le entrega un amplificador. Si el amplificador aumenta su energía 100 veces, la potencia

sonora del parlante será 100 veces mayor, pero en cambio la audición captada por el oído no será 100 veces mayor, sino que será:

$10 \times \log_{10}$ de $100 = 20$ db.

Esto último, debido a que el logaritmo decimal de 100 es 2.

EJEMPLO DE LOGARITMOS DECIMALES:

10 = 1, puesto que cero es el logaritmo decimal ($\log_{10}$) de 1.
10 = 10, puesto que uno es el logaritmo decimal ($\log_{10}$) de 10.
10 = 100, puesto que dos es el logaritmo decimal ($\log_{10}$) de 100.
10 = 1000, puesto que tres es el logaritmo decimal ($\log_{10}$) de 1000.

Los números comprendidos entre 1 y 9 tendrán un $\log_{10}$ de 0, -_____________
Los números comprendidos entre 10 y 99 tendrán un $\log_{10}$ de 1, _____________
Los números comprendidos entre 100 y 999 tendrán un $\log_{10}$ de 2, ___________
Los números comprendidos entre 1000 y 9999 tendrán un $\log_{10}$ de 3,_________

Existen tablas de logaritmos en las cuales se indica el logaritmo exacto que le corresponde a cada número decimal.

Cuando se pasa de una potencia menor (P1) a una potencia mayor (P2), la ganancia de potencia de una señal acústica expresada en BEL es:

$$BEL = \log_{10} \frac{P2\ (mayor)}{P1\ (menor)}$$

Es decir, el log de la relación de potencias es la ganancia en BEL.

Para transformar Watt a decibeles se utiliza la siguiente fórmula:

$$db = 10 \times \log_{10} \frac{P2\ (Watt)}{P1\ (Watt)}$$

Siempre se divide la potencia mayor por la menor.

a) En donde exista perdida de potencia en la señal (líneas monofónicas). La relación de potencias se expresa:

$$-db = 10 \times \log_{10} \frac{P1\ (mayor)}{P2\ (menor)}$$

Esto porque la potencia de entrada es mayor que la de salida (-db).

b) En donde exista ganancia de potencia en la señal (amplificadores de sonido), la relación de potencias se expresa:

$$db = 10 \times \log 10 \frac{P1\ (mayor)}{P1\ (menor)}$$

Puesto que la potencia de salida es superior a la de entrada (db).

El nivel cero en términos de potencia eléctrica es equivalente a 6 mW (0,006W). Por encima de este nivel los decibeles son positivos (db) y por debajo del mismo son negativos (-db).

Ejercicios:

1) Un amplificador posee una salida de 6W
¿Cuál es su nivel de salida en db?

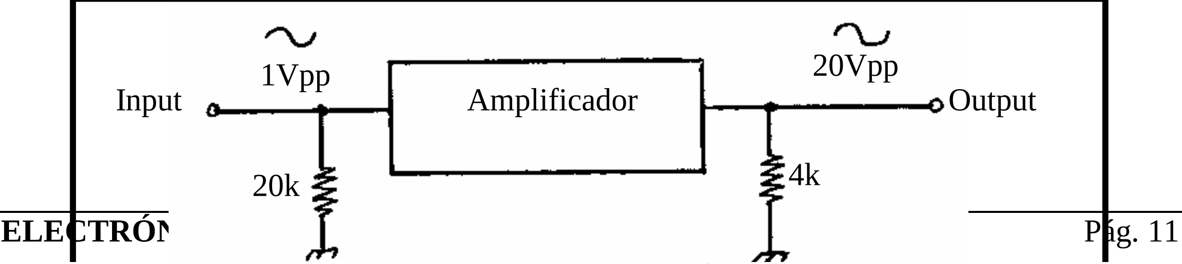
Nivel cero = 0,006 W.

$$\text{Relación de potencias } \frac{P2 = 6\ Watts}{P1 = 0{,}006\ Watts} = 1000$$

db = 10 x $\log_{10}$ de a relación de potencias.

Log_{10} de 1000 = 3, por lo tanto, db = 10 x 3 = 30 db.

2) Un amplificador tiene aplicado un volt de señal sobre su resisten cia de entrada que es de 20000 ohms. En la salida, sobre una resistencia de 4000 ohms aparecen 20 volts de señal. Determinar la ganancia en decibeles:



a) Potencia de entrada (P1)

$$P1 = \frac{V^2}{R} = \frac{1}{20.000} = 0{,}00005 \text{ W (50 MW)}$$

b) Potencia de salida (P2)

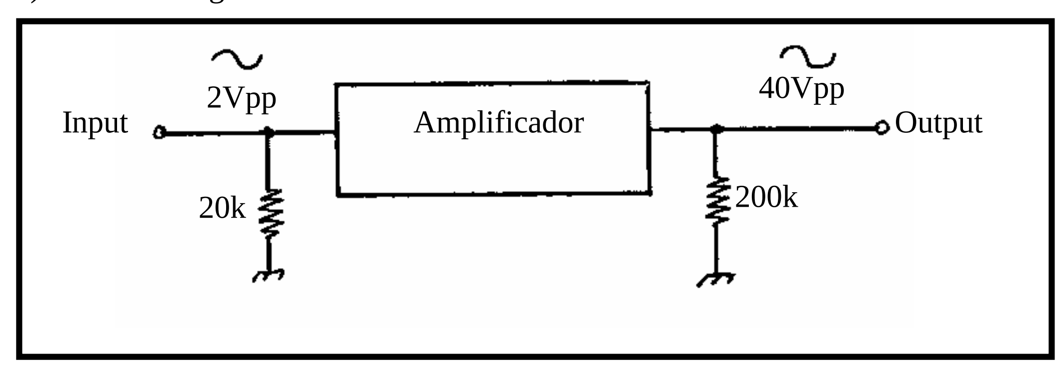
$$P2 = \frac{V^2}{R} = \frac{20^2}{4.000} = \frac{400}{4.000} = 0{,}1 \text{ W (100.000 MW)}$$

c) Relación de potencias

$$\frac{P2}{P1} = \frac{100.000 \text{ MV}}{50 \text{ MW}} = 2000$$

Por lo tanto, log10 de 200 es 3,3. de esta forma. db = 10 x 3,3 = 3,3db.

3) Calcular la ganancia en decibeles:



a) Potencia de entrada (P1)

$$P1 = \frac{V^2}{R} = \frac{2^2}{20K} = \frac{4}{20.000} = 0{,}0002\ W\ (200\ MW)$$

b) Potencia de salida (P2)

$$P2 = \frac{V^2}{R} = \frac{40^2}{200K} = \frac{1600}{200000} = 0{,}008\ W\ (8000\ MW)$$

c) Relación de potencias

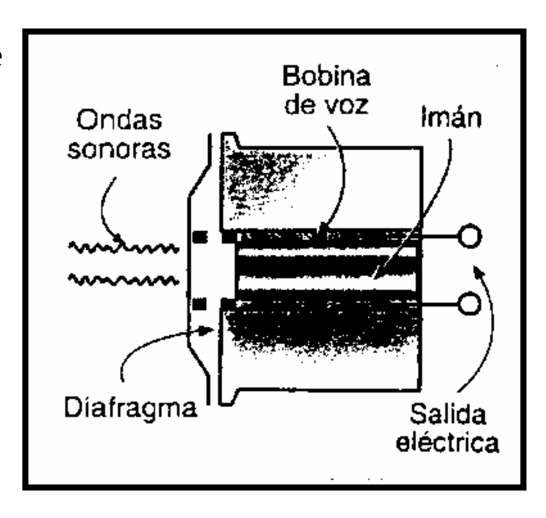
$$\frac{P2}{P1} = \frac{8000\ MV}{200\ MV} = 40$$

Log_{10} de 40 = 1,602, por lo tanto, db = 10 x 1,602 = 16,02 db.

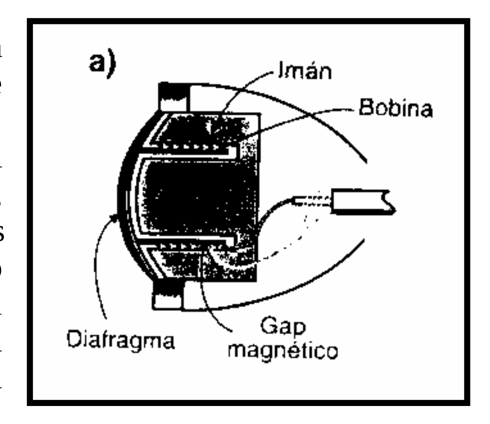
MICRÓFONOS.-

Los micrófonos son dispositivos que convierten ondas sonoras en señales eléctricas de voltaje o de corriente equivalentes.

Estas señales son posteriormente procesadas por circuitos electrónicos con el fin de amplificar, grabar o modificar el sonido original. Existen varios tipos de micrófonos dependiendo de su principio de funcionamiento. Los más utilizados en audio son el dinámico, el de condensador y el piezoeléctrico. Otro tipo muy común de micrófono, utilizado principalmente en telefonía, es el de carbón.



El micrófono dinámico.-



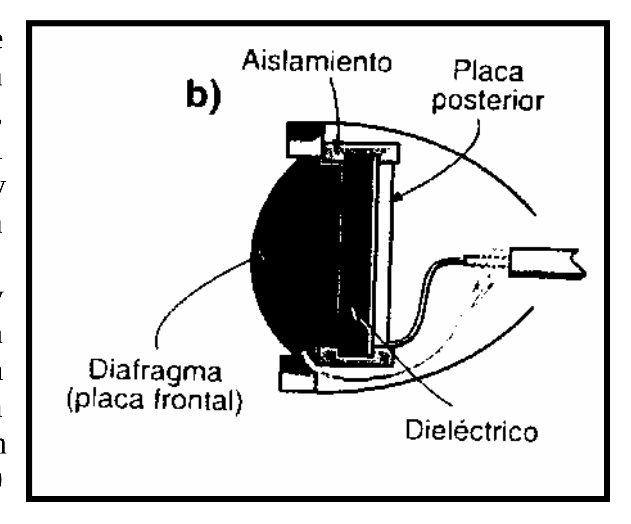
Los micrófonos dinámicos o de bobina móvil son los más populares por la buena calidad de sonido que ofrecen y su bajo costo.

En la figura siguiente se muestra la estructura y el principio de funcionamiento de este dispositivo, formado por una pequeña bobina, de muchas vueltas de alambre delgado, devanada sobre un cilindro metálico o formaleta. La bobina está situada en el interior de in inmenso campo magnético creado por un imán permanente y se halla acoplada mecánicamente a un disco liviano o diafragma.

Cuando incide un sonido sobre el diafragma, debido a los cambios de presión del aire, esta membrana vibra, provocando que la bobina se desplace hacia adelante y hacia atrás y corte líneas de flujo magnético. Como resultado, en los extremos de la bobi na se induce un voltaje cuya amplitud y frecuencia instantánea dependen directamente de las características de la onda sonora recibida.

La señal eléctrica resultante se lleva a través de unos hilos de conexión al circuito de utilización o procesamiento (un preamplificador de audio, por ejemplo).

El micrófono de condensador.-



Los micrófonos de condensador o de capacitancia variable, proporcionan una mejor calidad de sonido que los dinámicos, pero son más costosos. Básicamente constan de dos placas conductoras (A y B) muy próximas, separadas por aire, el cual actúa como dieléctrico.

La placa más externa (A) es móvil y actúa como diafragma o membrana receptora de ondas sonoras. La segunda placa (B) es fija. Entre las dos placas, y en ausencia de sonido, se forma un condensador con una capacidad de 40 a 60 pf.

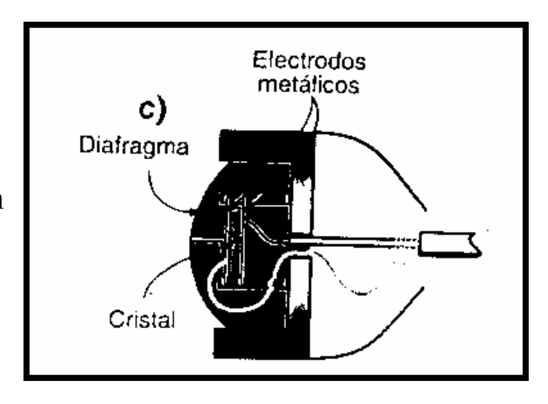
Cuando incide un sonido sobre el diafragma, la membrana vibra, alejándose y acercándose de la placa fija al ritmo impuesto por la onda sonora. Como resultado, cambia

la capacitancia entre las placas. Una fuente de alimentación externa, o una pequeña batería dentro del micrófono, asociada a una resistencia de alto valor, convierten estas variaciones de capacitancia en un voltaje variable. La señal eléctrica resultante se amplifica dentro del mismo micrófono y se lleva amplificada al circuito de utilización.

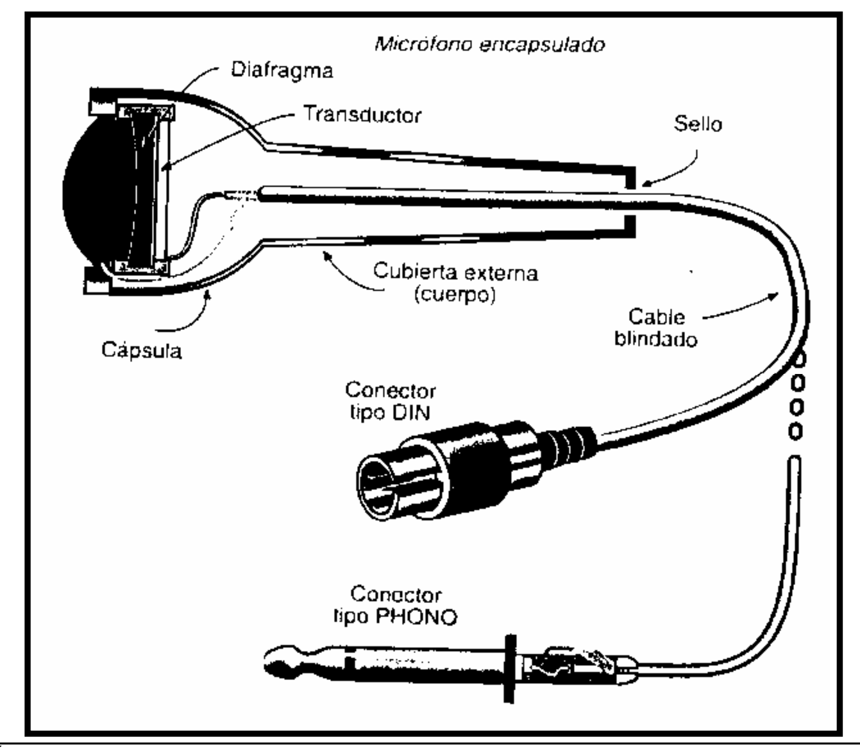
Una variable importante del micrófono de condensador es el electret. En este modelo, las dos placas han sido cargadas eléctricamente en fábrica, con lo cual se evita la necesidad de tener que disponer de una fuente de alimentación externa para este propósito. Tanto el micrófono de condensador como el electret incorporan un amplificador FET que simplifica el procesamiento de la señal entregada por parte de la circuitería externa.

El micrófono piezoeléctrico o de cristal.-

Esta basado en el mismo principio de los cristales. Estos parlantes proporcionan una calidad de sonido relativamente buena a un costo muy bajo. Por esta razón, son los preferidos por los fabricantes de audio económicos. En los mismos, la presión ejercida por la onda sonora sobre un diafragma se transmite mecánicamente al cristal a través de un ancla, produciendo una señal de relativamente alto nivel (10 mV a 100 mV) para el circuito de procesamiento.



Los micrófonos para su uso vienen en una gran variedad de presentaciones. Sin embargo, todos constan de una cápsula, un cuerpo, un cable y un conector.



La cápsula comprende el diafragma y el elemento transductor propiamente dicho. Muchos incluyen también filtros acústicos previos a la conversión eléctrica que eliminan sonidos ambientales indeseados, por ejemplo el ruido del viento. El cable utilizado para llevar la señal de salida al circuito de utilización es blindado para minimizar la inducción de ruido.

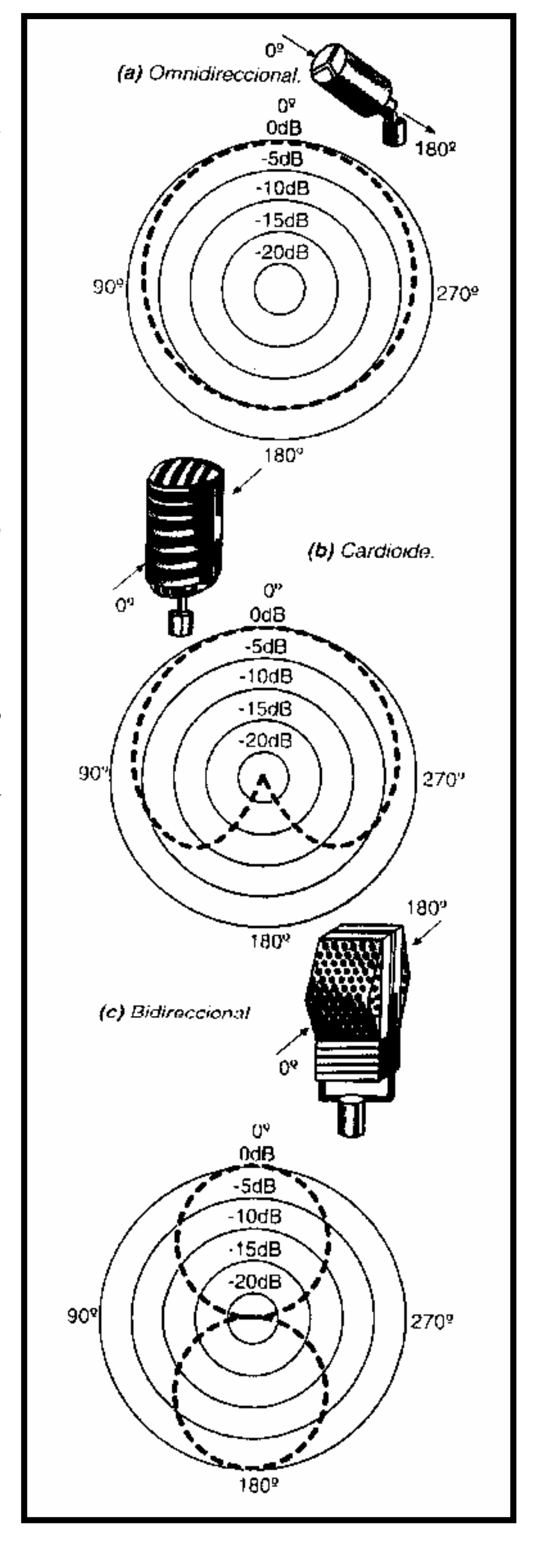
Los micrófonos poseen varias características distintivas que determinan su calidad o idoneidad para una aplicación determinada. Las más importantes son la sensibilidad, la directividad, la respuesta de frecuencias y la impedancia.

La sensibilidad, que puede ser de voltaje (Sv) o de potencia (Sp), mide el nivel de señal o de potencia entregado bajo determinadas condiciones de referencia. Se especifica en decibeles (dB).

Típicamente, Sv es del orden de -70 a -80 dB para micrófonos dinámicos, de 50 dB para micrófonos de condensador, de -50 a -70 dB para micrófonos electret y de -60 dB para micrófonos piezoeléctricos. Naturalmente, entre más sensible sea un micrófonos , mayor será el nivel de señal de salida producido para un mismo sonido de referencia.

La directividad, se refiere a la habilidad de un micrófono para captar sonidos provenientes de una u otra dirección. Se representa gráficamente mediante un patrón que especifica el nivel de sensibilidad obtenido para cada ángulo de incidencia de las ondas sonoras.

De acuerdo a este criterio, los micrófonos pueden ser unidireccionales, omnidireccionales o bidireccionales. Los unidireccionales se denominan también “cardioides”, debido a que su patrón de directividad tiene forma de corazón.



Específicamente un micrófono es unidireccional o cardioide cuando capta únicamente los sonidos que le llegan en dirección perpendicular a su zona frontal.

Un micrófono es omnidireccional cuando recoge todos los sonidos generados a su alrededor.

Un micrófonos es bidireccional cuando capta los sonidos que le llegan perpendicularmente a sus zonas frontal y trasera.

Los micrófonos dinámicos y de condensador, por ejemplo, son generalmente omnidireccionales. Sin embargo, mediante una construcción especial de la cápsula, puede conseguirse una respuesta cardioide o bidireccional.

La respuesta de frecuencia de un micrófono se refiere al rango de frecuencias dentro del cual un micrófono responde sin distorsión a las ondas de sonido. Típicamente, los micrófonos piezoeléctricos y cerámicos tienen una respuesta de frecuencia plana entre 80 Hz y 10KHz, los dinámicos entre 60 Hz y 16 Khz, y los de condensador y electret entre 20 Hz y 20 Khz. Como ejemplo, la tabla de la figura siguiente relaciona los tipos de micrófonos más adecuados para grabar los diferentes sonidos de una orquesta, seleccionados por su principio de funcionamiento, su directividad y el rango de frecuencias que maneja cada grupo de instrumentos.

Instrumento	Rango de frecuencia	Micrófono*
Voces líderes	82Hz - 10kHz	E, D, O, H
Coro de fondo	82Hz - 10kHz	Co, O, C, H
Piano	30Hz - 5kHz	Co, D, O
Cuerdas	30Hz - 8kHz	Co, E, C
Viento	30Hz - 4kHz	C, Co, E, D
Cobre	40Hz - 1kHz	C, D
Guitarra	70Hz - 1kHz	C, E, D
Percusión	40Hz - 10kHz	C, Co, E

Convenciones: O=Omnidireccional, C=Cardioide, H=Hipercardíode (figura de 8), Co=Condensador; E=Electret; D=Dinámico

La impedancia se refiere al efecto de carga que presenta el micrófono al circuito de utilización. La impedancia es un factor importante para determinar las características de acoplamiento del mismo con el procesador de la señal. Un micrófono dinámico, por ejemplo, tiene típicamente una impedancia muy baja, del orden de los 200Ω. Por esta razón, generalmente necesitan de un transformador para excitar adecuadamente el preamplificador.

En contraste, los micrófonos de condensador tienen una impedancia muy alta, de varios megaohms, y los piezoeléctricos y cerámicos una impedancia intermedia del orden de los 100KΩ.. Estos últimos pueden ser conectados directamente al procesador de sonido utilizando cables hasta de 10 metros de longitud. Para los dinámicos no hay restricciones a este respecto, siempre y cuando se utilice un cable blindado balanceado.

TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO TEC DE JUNTURA O JFET

El transistor de efecto de campo (*FET = Field-Effect Transistor)* es un dispositivo de tres terminales que se emplea para una amplia variedad de aplicaciones que coinciden, e n gran parte, con aquellas correspondientes al transistor BJT. Aunque existen diferencias importantes entre los dos tipos de dispositivos, también hay muchas semejanzas que se indicarán en las secciones que sigue.

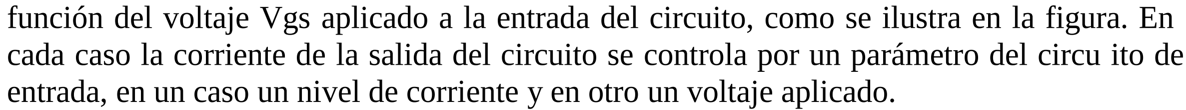
Contactos ohmicos — Drenaje D — Canal n — Compuerta (G) — p — n — p — Región de agotamiento — Región de agotamiento — Fuente (S)

JFET en la región de V gs= 0V y V DS / 0V.

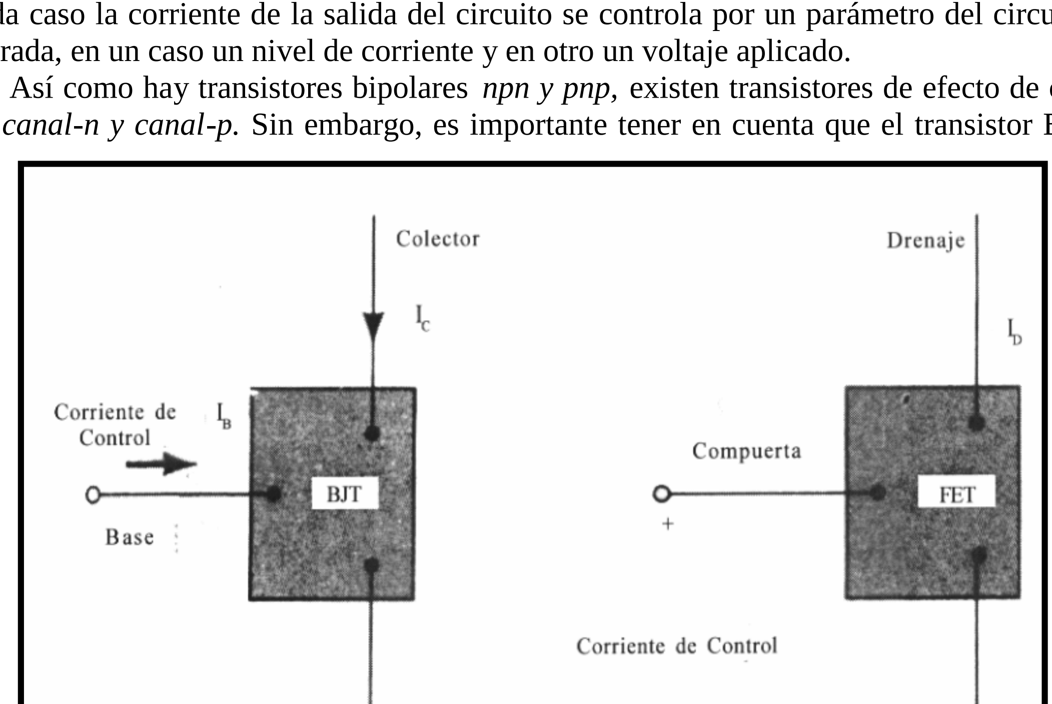
La diferencia principal entre las dos clases de transistores es el hecho de que el transistor BJT es un dispositivo *controlado por corriente*, como se ilustra en la figura, mientras que el transistor JFET es un dispositivo *controlado por voltaje*.

En otras palabras, la corriente Ic en la figura es una función directa del nivel de Ib.

Para el FET la corriente Id será una función del voltaje Vgs aplicado a la entrada del circuito, como se ilustra en la figura. En cada caso la corriente de la salida del circuito se controla por un parámetro del circu ito de entrada, en un caso un nivel de corriente y en otro un voltaje aplicado.



Así como hay transistores bipolares *npn y pnp*, existen transistores de efecto de compo de *canal-n y canal-p.* Sin embargo, es importante tener en cuenta que el transistor BJT e s



Amplificador controlado por corriente (a) y (b) amplificador controlado por voltaje.

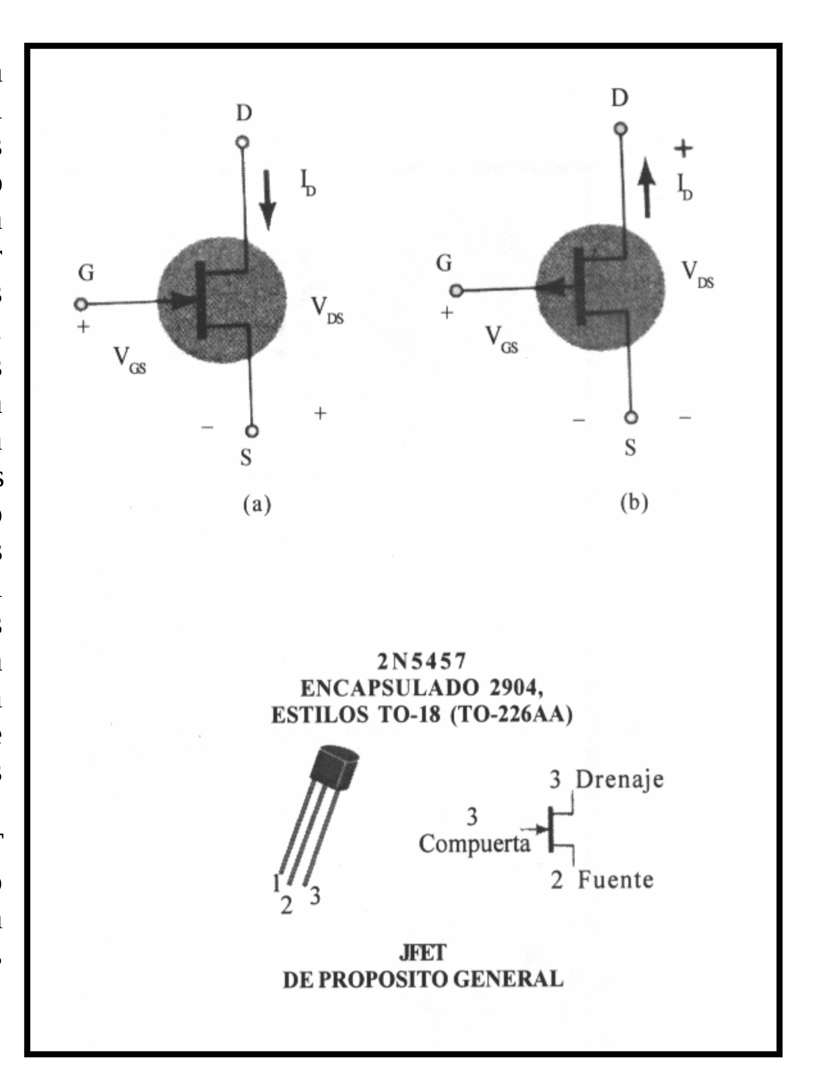
un dispositivo *bipolar* (el prefijo *bi*- revela que el nivel de conducción es una función de dos portadores de carga, electrones y huecos). El FET es un dispositivo *unipolar* que depende únicamente ya sea de la conducción por electrones (canal -*n*) o por huecos (canal-*p).*

El término «efecto de campo» en el nombre elegido amerita una explicación. Todos estamos familiarizados con la habilidad de un imán permanente de atraer limaduras de metal sin necesidad de un contacto físico directo.

El campo magnético de un imán permanente actúa sobre las limaduras y las atrae hacia el imán a través de un esfuerzo por parte de las líneas de flujo magnético, para mantenerlas a tan corta distancia como sea posible.

Para el FET se establece un *campo eléctrico* por medio de las cargas presentes que controlarán la trayectoria de conducción del circuito de salida, sin necesidad de un contacto directo entre la cantidad que controla y la que es controlada.

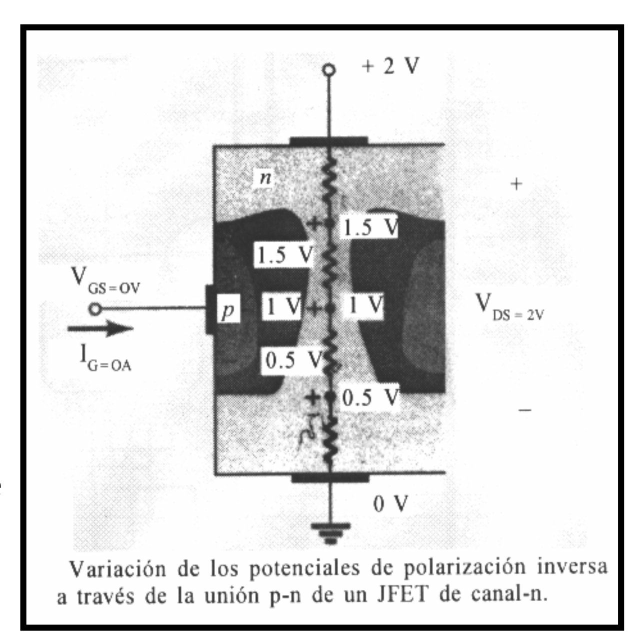
Cuando se introduce un segundo dispositivo con un rango de aplicaciones semejante a otro presentado con anterioridad, existe una tendencia natural a comparar algunas de las características generales de uno contra el otro. Una de las características más importantes del FET es su alta impedancia de entrada. En un nivel de 1 hasta varios cientos de megaohms, este dispositivo excederá con mucho los niveles típicos de resistencia de entrada de las configuraciones con transistores BJT, una característica muy importante en el diseño de sistemas amplificadores lineales de ca. Por otro lado el transistor BJT tiene una sensibilidad mucho mayor a los cambios de la señal aplicada. En otras



palabras, la variación en la corriente de salida es por lo general mucho mayor para los BJT que para los FET, con el mismo cambio en el voltaje. Por esta razón las ganancias típicas de voltaje de ca para amplificadores de BJT son mucho mayores que para FET. En general los FET son más estables con relación a la temperatura que los BJT, y los FET son normalmente más pequeños en construcción que los BJT haciéndolos particularmente útiles en los circuitos integrados (CI). Sin embargo las características de construcción de algunos FET pueden hacerlos más sensibles al manejo que los BJT.

CONSTRUCCIÓN Y CARACTERÍSTICA DE LOS JFET

La construcción básica del JFET del canal-n se muestra en la figura; obsérvese que la mayor parte de la estructura es el material tipo n que forma el canal entre las dos capas difundidas en material tipo p.



Variación de los potenciales de polarización inversa a través de la unión p-n de un JFET de canal-n.

El extremo superior del canal tipo n se conecta mediante contacto ohmnico al terminal denominado drenaje (D), mientras que el extremo inferior del mismo material se conecta mediante contacto ohmnico al terminal llamado fuente (S). Los materiales tipo p se encuentra conectados juntos y al mismo tiempo hacia el terminal de compuerta (G). Por tanto, esencialmente el drenaje y la fuente se conectan a la canal tipo n y la compuerta, a las dos capas del material tipo p. En ausencia de cualquiera de los potenciales aplicados; el JFET tiene dos uniones p-n bajo condiciones sin polarización. El resultado es una región de agotamiento en cada unión, como muestra la figura que se parece a la misma región de un diodo bajo condiciones sin polarización. Recuérdese también que una región de agotamiento es aquella región de portadores libre y por lo tanto incapaz de permitir la conducción a través de la región.

En la siguiente figura 2 se ha aplicado un voltaje positivo Vds a través del canal y la compuerta se ha conectado en forma directa a la fuente para establecer la condición Vgs = 0 Volt.

El resultado es que los terminales de compuerta y fuente se hallan al mismo potencial y hay una región de agotamiento en el extremo inferior de cada material p, semejante a la distribución de la condiciones sin polarización de la figura anterior.

En el instante que la tensión Vdd (igual Vds) se aplica, los electrones serán traídos hacia el terminal de drenaje, estableciéndose una corriente Id con la dirección mostrada en la figura 3. La trayectoria del flujo de carga revela con claridad que las corrientes fuente y drenaje son equivalentes (Id = Is). Bajo las condiciones que aparecen en la figura el flujo de carga es relativamente permitido y limitado únicamente por la resistencia del canal -n entre drenaje y fuente.

Es importante observar que la región de agotamiento es más ancha cerca del extremo superior de ambos materiales tipo p. La razón para el cambio de la anchura de la región se puede describir mejor con la ayuda de la siguiente figura. Suponiendo una resistencia uniforme en el canal-n, la resistencia del canal puede dividirse en las partes que aparecen en la figura. La corriente Id establecerá los niveles de tensión a través del canal como se indica en la misma. El resultado es que la región superior del material tipo p estará inversamente polarizada alrededor de los 1,5 Volts, con la región inferior inversamente polarizada solo a 0,5 Volts.

Aplicación de un voltaje negativo a la compuerta de un JFET..

Recuérdese la forma de funcionamiento deld iodo, que cuanto mayor sea la polarización inversa aplicada, mayor será el ancho de la región de agotamiento, de aquí la distribución de la región de agotamiento que se muestra en esta figura. El hecho de que la unión p -n esté inversamente polarizada en la longitud del canal da por resultado una corriente de compuerta 0 Amper, como se muestra en esta figura y que es una de las importantes características Ig = 0 A de los JFET.

En cuanto la tensión Vds se incrementa de 0 a unos cuantos volts, la corriente aumentará según se determina por Ley de Ohm, y la gráfica Id contra Vds aparecerá como lo indica la siguiente gráfica. La relativa linealidad de la gráfica revela que para la región de valores inferiores de Vds, la resistencia es esencialmente una constante. A medida que Vds se incrementa y se aproxima a un nivel denominado Vp las regiones de agotamiento se ampliarán, ocasionando una notable reducción del ancho del canal. La reducida trayectoria de conducción causa que la resistencia se incremente, y provoca la curva de la gráfica mostrada. Cuanto más horizontal sea la curva, más grande será la resistencia, lo que sugiere que la resistencia se aproxima a «infinitos» ohms en la región horizontal. Si Vds se

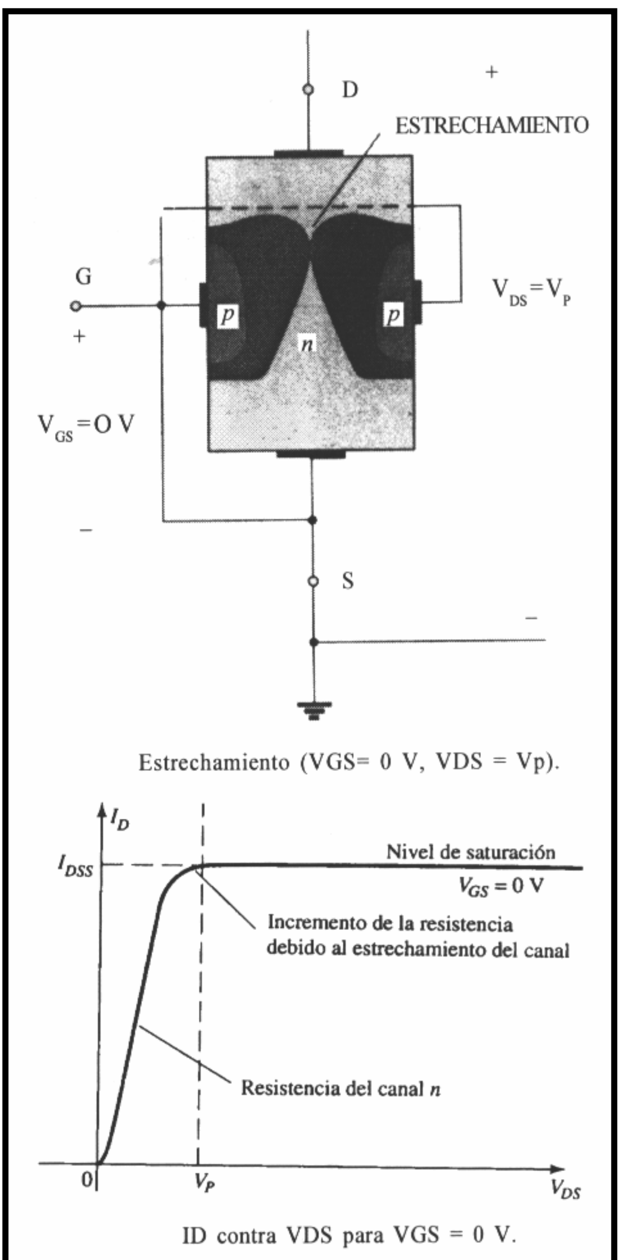
incrementa hasta un nivel donde parezca que las regiones de agotamiento se tocarían, (ver figura siguiente) se tendría una condición denominada como estrechamiento (pinch-off). El nivel de Vds que establece esta condición se conoce como tensión de estrechamiento y se indica como Vp en la gráfica.

Los JFET de canal- p se construye exactamente de la misma manera que los canal-n pero invirtiendo los materiales tipo p y tipo n como muestra la figura, en la que notamos las corrientes invertidas así como las polaridades.

En resumen: en ambos casos, una delgada capa de canal debajo de la compuerta establece un camino de conducción entre los electrodos F y D con tensión de polarización nula. En la superficie de contacto entre el canal y el material de compuerta se forma una juntura p-n. Cuando dicha juntura se polariza inversa, el flujo de corriente entre fuente y drenaje queda controlada por la tensión de polarización, que puede llegar a bloquearlo totalmente si es lo suficientemente elevada.

En cambio si se polariza la juntura en forma directa la resistencia de entrada (entre compuerta y canal) disminuye y aparece una corriente de compuerta apreciable. En estas condiciones la compuerta carga la fuente de señal y disminuye la potencia; otro defecto es la corriente de fugas de compuerta cuando esta está polarizada inversamente, varía mucho con los cambios de temperatura ambiente; lo que complica ciertos circuitos.

Son útiles en amplificación de pequeñas señales y muestreadores (chopper).



Estrechamiento (VGS= 0 V, VDS = Vp).

ID contra VDS para VGS = 0 V.

TEC DE TIPO MOS (TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO DE METAL - OXIDO-SEMICONDUCTOR)

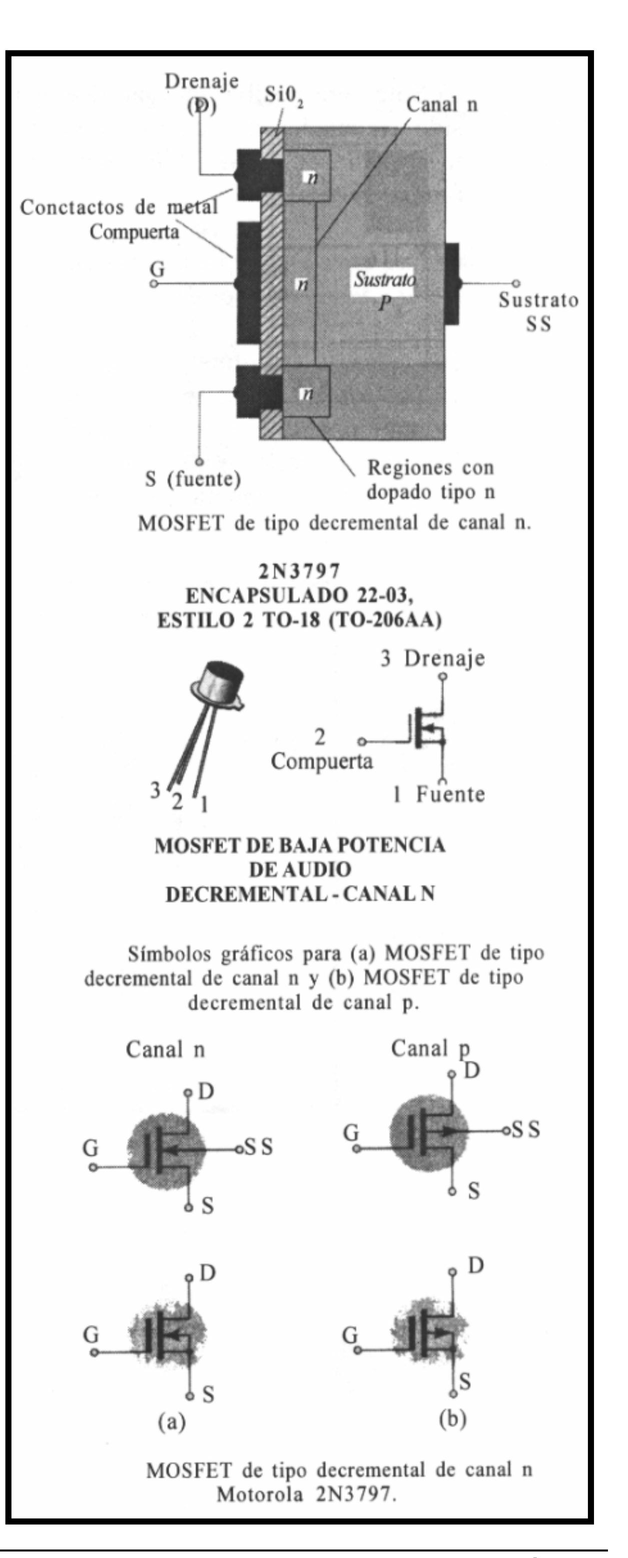
El transistor MOSFET se ha convertido en uno de los dispositivos más importantes empleados en el diseño y construcción de circuitos integrados para computadoras digitales. Su estabilidad térmica y otras características generales lo han hecho extremadamente popular en el diseño el circuito de diseños de computadoras. Sin embargo, ya que es un elemento discreto en un típico encapsulado cilíndrico, debe manejarse con cuidado (como se indicará posteriormente).

En estos la compuerta es metálica aislada del canal mediante una delgada capa de silicio; de allí deriva el nombre de Mos, también se lo llama de compuerta aislada (IGFET). Al estar aislada la compuerta del resto se tiene una resistencia de entrada muy elevada; la compuerta metálica y el canal forman un capacitor en el cual la caja de óxido forma el dieléctrico.

Los MOSFET se dividen en tipo decremental o estrechamiento e incremental o ensanchamiento.

MOSFET decremental o estrechamiento

En la figura se muestra un MOSFET de tipo decremental de canal-n; una plancha de material tipo n, se forma en una base de silicio y se lo denomina sustrato. Es el cimiento sobre el cual se construirá el dispositivo. En algunos casos el sustrato de

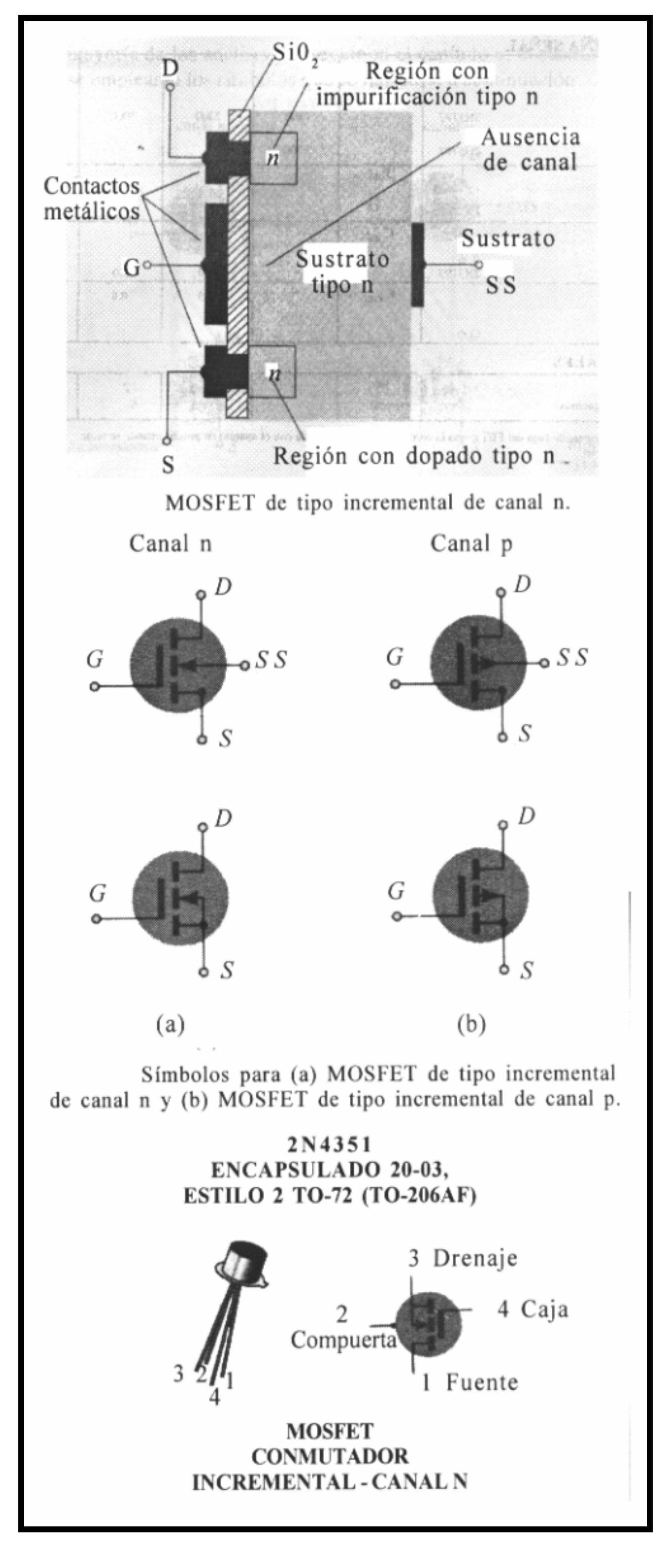


conecta internamente con el terminal fuente. Sin embargo, muchos dispositivos discretos suministran un terminal adicional denominado SS, resultando un dispositivo de cuatro terminales como el mostrado en la figura. Los terminales de fuente y drenaje se conectan a través de contactos metálicos a los regiones con dopados tipo n, unidas mediante un canal-n, la compuerta también se conecta a una superficie de contacto metálico pero permanece aislada del canal-n por una capa muy delgada de dióxido de silicio (SiO2). El SiO2 es un tipo particular de aislante conocido como dieléctrico, que establece una oposición de campos eléctricos dentro del dieléctrico, cuando este se expone a un campo externamente aplicado. El hecho de que la capa de SiO2 sea una capa aislante revela el hecho siguiente: **no hay ninguna conexión eléctrica directa entre el terminal de compuerta y el canal para una MOSFET.**

Además:

La capa aislante de SiO2 en la construcción del MOSFET es la que cuenta para la muy conveniente alta impedancia de entrada del dispositivo.

De hecho, la resistencia de entrada de un MOSFET es con frecuencia la del JFET típico, aún cuando la impedancia de entrada de la mayoría de los JFET sea suficientemente alta para la mayor parte de las aplicaciones. La muy alta



impedancia de entrada continúa para soportar el hecho de que la corriente de compuerta (Ig) es esencialmente de 0 amper para las configuraciones polari zadas de cd.

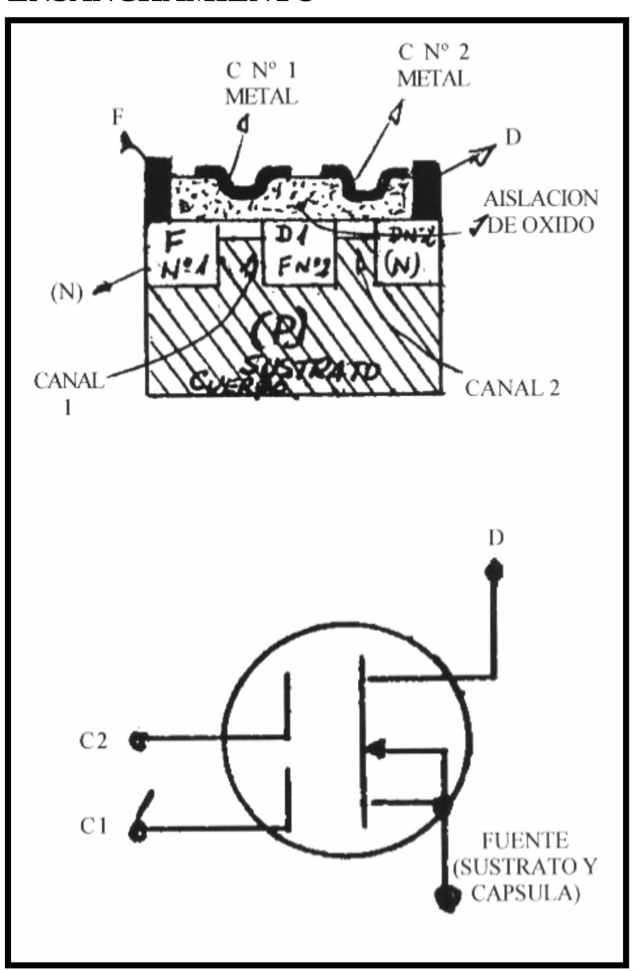
Estos presentan un canal «normalmente cerrado», vale decir, que en condiciones de polarización de compuerta nula existe un delgado canal debajo de la capa de óxido que establece un camino conductivo entre fuente y drenaje.

Cuando la compuerta se polariza inversamente (negativa con respecto a fuente en los canal-n y positiva para los canal-p) se produce una zona desierta de portadores de carga que estrecha efectivamente la sección conductiva del canal y si es de suficiente magnitud puede cortar la conducción. Una particularidad exclusiva de los MOS es que ; con una polarización directa de compuerta pueden inducirse portadores de carga adicionales en el canal y aumentar efectivamente su área conductiva, sin flujo de corriente por la compuerta y sin cargar el circuito de entrada a diferencia de lo que ocurre con los de juntura.

En estos dispositivos la capa aislante entre compuerta y canal impide el flujo de corriente con cualquier sentido de polarización de la compuerta.

MOSFET DE TIPO INCREMENTAL O ENSANCHAMIENTO

La construcción de un MOSFET de tipo incremental o ensanchamiento es similar a los de tipo decremental excepto por la ausencia de un canal entre los terminales de drenaje y fuente como la muestra la figura. Estos se caracterizan por un canal «normalmente abierto» es decir que para polarización de compuerta nula o inversa, no hay conductivilidad entre fuente y drenaje. Por lo tanto es ideal para aplicaciones digitales y de conmutación. La compuerta debe polarizarse en sentido directo con respecto a la fuente, para producir en el canal los portadores activos necesarios para la conducción.



En el canal-n por ejemplo, cuando la tensión de compuerta es suficientemente positiva respecto a fuente se desarrolla debajo de la compuerta un canal conductivo n que establece la conducción entre fuente y drenaje. La misma situación se produce en los canal-p cuando la compuerta se hace suficientemente

negativa, pero en este caso el canal generado es de tipo p por inducción de lagunas en el sustrato tipo n.

TEC TIPO MOS DE DOBLE COMPUERTA

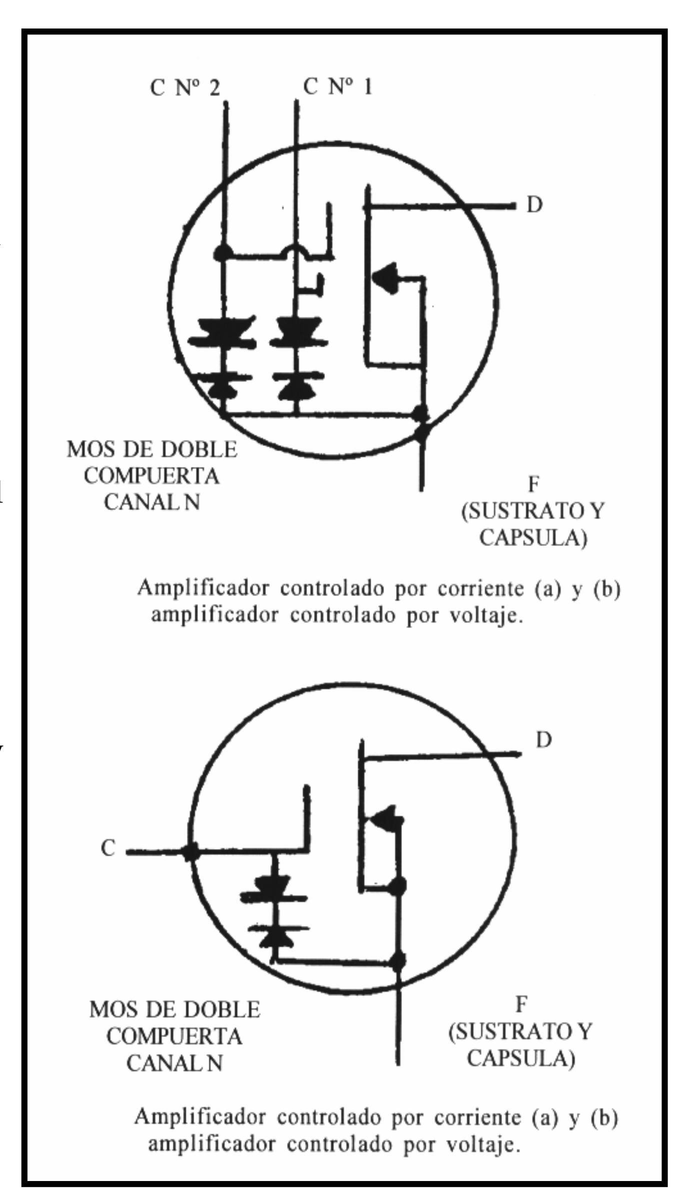
La pastilla tiene tres regiones terminales (tipo N difundidas) conectadas por dos canales conductivos, cada uno de los cuales se controla mediante un electrodo C independiente.

Para facilitar la explicación se le considera dividido en dos unidades. La número 1 está formada por la fuente, el canal Nº 1 y la C Nº 1 y la región central, que funciona como drenaje Nº 1. Estos elementos funcionan como un TEC de estrechamiento convencional, para el cual la unidad Nº 2, la C Nº2 es un R de drenaje.

El Nº 2 está formada por la región central, que funciona como F Nº 2, el canal Nº2-, la C Nº 2 y el drenaje, la unidad Nº 1 funciona como R de F. El flujo P de I puede cortarse si cualquiera de ambas C tiene una polarización inversa suficiente.

Cuando una de ellas se polariza al corte, un cambio en la E de control de la otra sólo representa cambio de valor en un R en serie con un transistor al corte y no tiene influencia.

El par de C independientes lo hacen muy utilizable en amp. de RF amp. de ganancia controlada, mezcladores y demoduladores. En amp. de ganancia controlada la señal se aplica a C Nº1 y la ganancia se controla mediante una E.C.C. aplicada a la C Nº2. Se recomienda esta disposición porque la Gm directa obtenida con la C Nº1 es mayor que con la Nº 2; además la C Nº2 permite aislar en forma bastante



Amplificador controlado por corriente (a) y (b) amplificador controlado por voltaje.

Amplificador controlado por corriente (a) y (b) amplificador controlado por voltaje.

efectiva los circuitos de D y C Nº1 en grado suficiente para permitir el funcionamiento en FME sin necesidad de neutralización.

Para los TEC de doble C se han desarrollado sistema de protección que pueden incorporarse a la estructura formando parte del transistor. Para ello se difunden en la misma pastilla dos pares de diodos enfrentados, que se conectan entre cada compuerta y fuente (la pequeña capacidad de juntura de estos diodos) representan un pequeño incremento de las capacitancias totales de C del dispositivo.

Los diodos enfrentados no conducen hasta que la E de C a F no excede un valor ap rox. + - 10V. Por lo tanto el transistor puede manejar un amplio rango de señales sin carga de la entrada (las pérdidas de los diodos son muy bajas) Si el potencial de cualquiera de las C excede 10 V., el diodo superior del par asociado a dicha C conduce e n sentido directo y el diodo inferior en sentido inverso por efecto Zener, de esta manera el par de diodos cortocircuita cualquier exceso de E en la C. Si el potencial de cualquiera de las C es menor que 10 V. el diodo inferior conduce en sentido directo y el superior en inverso protegiendo las C de E inversas excesivas. Este sistema protege contra eventuales transitorios circuitales. La experiencia a demostrado que es más fácil dañarse al manipularlo que conectado al circuito. (No debe tocarse con las mano s sino con pinzas o de lo contrario hacer masa con la muñeca por ejemplo) y cortocircuitar todos sus electrodos y luego de soldado recién se quita y el corto (carga estática). En aplicaciones de RF, las descargas estáticas en la antena deben atravesar un c ircuito de entrada que normalmente introduce una gran atenuación antes que aparezcan en la C del transistor.

Un dispositivo ideal de protección de C es básicamente un limitador de señal, que deja pasar una señal sin recorte ni distorsión, pero limitada la amplitud de cualquier transistor que exceda el nivel de seguridad.

CIRCUITO PARA ELIMINAR LA CARGA DEL CIRCUITO DE ENTRADA EN AMPLIFICADORES DE RF

RS
CS
VDS = E - DRENAJE FUENTE
G = COMPUERTA
S = SUSTRATO
D = DRENAJE
VDD
V (CAG-INVERSO)
R CAG
B
ID
VDS
"A"
VG2
VG 25
VG 15
VG1
VS

CIRCUITO DE DOLARIZACIÓN TÍPICO PARA MOS DE DOBLE COMPUERTA (G)

La G Nº2 opera al potencial de masa para RF (con adecuado desacople) y se la polariza con una E.C.C. fija. Este circuito se utiliza como amp. de RF.

En este caso la tensión de señal se aplica en el punto «a» a través de una adecuada red de entrada. Si no se emplea la capacidad de control ganancial del dispositivo (como en el caso de los mezcladores) se desconecta RCAG. En un mezclador, el punto «b» permite la inyección de la señal del oscilador.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: Presentan caracterísitcas técnicas con ventajas únicas en aplicaciones como: mezcladores, detectores, circuitos de control remoto de ganancia. moduladores balanceados, muestreadores, recortadores y amplificadores gatillados.

1º) Elevada R de entrada y baja capacidad de salida, los MOS prácticamente no cargan la fuente de C.A., ya que no requiere W de entrada.

2º) Elevado rango dinámico pues los transistores MOS pueden admitir de señal positivas y negativas sin cargar el circuito de entrada.

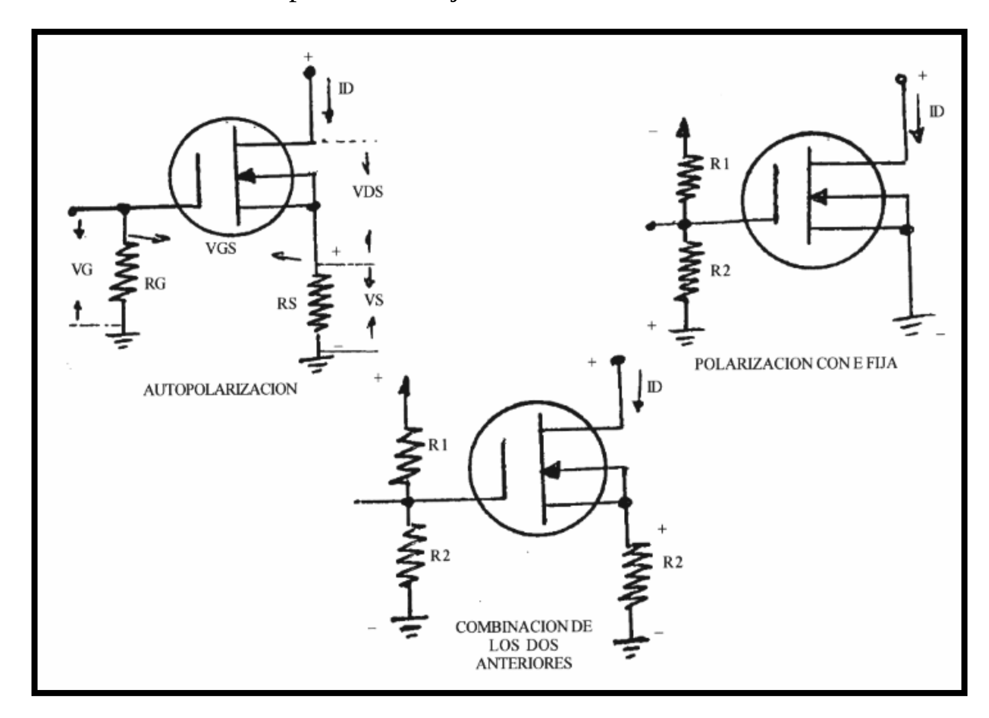
3º) Los efectos de la modulación cruzada y oscilaciones son considerablemente menores que en otros tipos de dispositivos.

4º) Transconductancia directa excepcionalmente elevada.

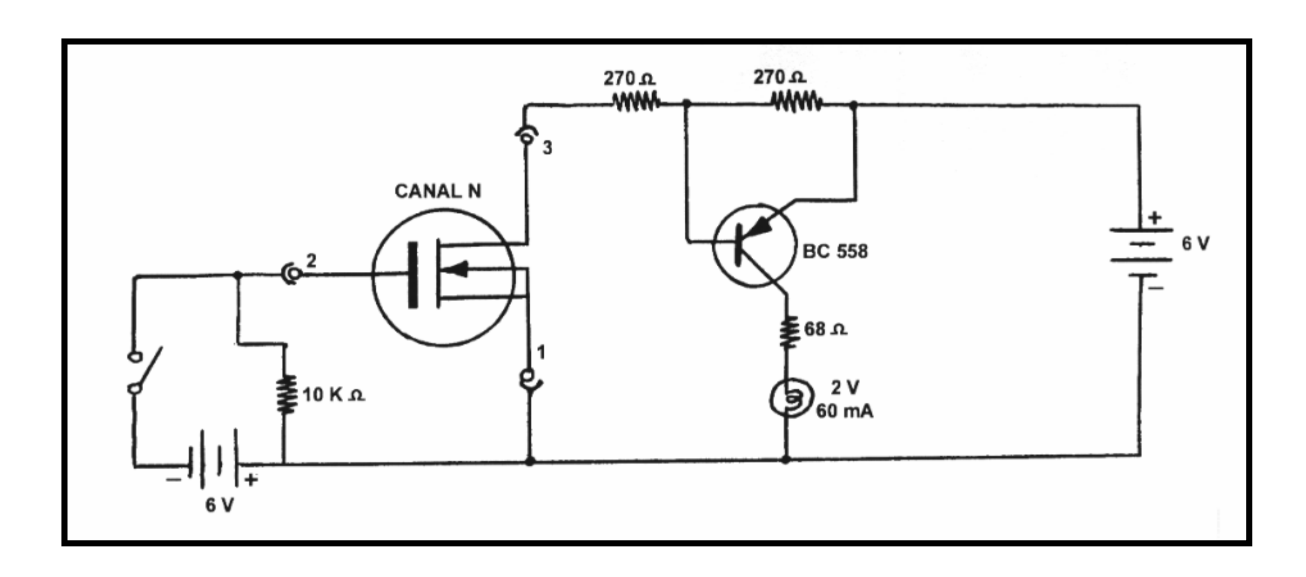
5º) Coeficiente de temperatura negativo de la Id, es imposible por lo tanto la corrida térmica.

6º) En circuitos mezcladores de doble compuerta, muy bajo acoplamiento de la señal de oscilador.

7º) Los MOS de doble G pueden trabajar FME sin neutralización.



PROBADOR DE TRANSISTORES FET-MOS



Método de operación del probador:

1- La lámpara enciende cuando se abre la llave y no lo hace cuando la llave está cerrada.

2- Si la lámpara enciende con cualquier posición de la llave, debemos inter pretar que el transistor en cuestión se encuentra en cortocircuito.

3- Si la lámpara no enciende con ninguna de las dos posiciones de la llave, es porque el transistor está abierto.

NOTA: Para los transistores de ensanchamiento de canal P, se obtienen in dicaciones opuestas.

PRÁCTICA

ELECTRÓNICA

INDUSTRIAL

ENVÍO 3



INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN BÁSICOS

Introducción:

Además de los conocimientos técnicos y la habilidad para manejar herramientas, uno de los aspectos más importantes del trabajo profesional en electricidad es el uso de equipos de medición y prueba. La selección del instrumento apropiado ayudará al electricista a evaluar el trabajo que está realizando y a ejecutarlo plena y correctamente.

En este capítulo conoceremos y aprenderemos a utilizar los instrumentos básicos más comúnmente empleados en el trabajo con instalaciones eléctricas, con el fin de poder verificar continuidad, detectar la presencia de voltaje, verificar la resistividad, la aislación de un circuito, chequear los enchufes, etc.

Tanto en electricidad como en electrónica, es de vital importancia el conocimiento y manejo de los aparatos de medida, ya que se utilizan constantemente en multitud de comprobaciones, toma de datos, verificación de circuitos, diseño, cálculos posteriores y, en general, en todos aquellos casos en que sea necesario conocer alguna de las magnitudes eléctricas de cualquier circuito o instalación.

Objetivos:

Al final de este texto práctico se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

a)Conocer el principio de funcionamiento de los distintos aparatos de medida (voltímetro, amperímetro, óhmetro).

b)Distinguir los aparatos por los símbolos impresos en el cuadrante.

c)Conectar y medir correctamente con cada uno de ellos.

d)Realizar distintas mediciones.

Conceptos básicos:

Para medir correctamente con cualquier aparato de medida es necesario conocer su forma de conexión y además interpretar los símbolos impresos en el cuadrante del mismo.

-Cuadrante.-

El cuadrante es la parte visible a través del cristal o parte protectora por donde se desplaza la aguja indicadora. En él van inscritos los símbolos, escalas, unidades eléctricas y todos cuantos datos sean necesarios para la correcta identificación y utilización del aparato.

-Campo de medida (CM).-

El campo de medida, también llamado capacidad, calibre, rango o valor de fondo de escala, es la máxima medida que se puede realizar con un aparato que se encuentra en una determinada condición de conexión.

Para determinar el campo de medida de un aparato nos fijaremos en las indicaciones de su conmutador. Ejemplo: 10 - 50 - 100 - 500 - 1000 - X1 - X10 - X100 - X1K - etc.

En el caso de un Tester, además de las bornes, nos fijaremos también en la posición del conmutador, ya que con sólo dos bornes podemos utilizarlos para todos los campos de medidas de una magnitud, y será el conmutador el que nos ayude a seleccionar los distintos campos de medida de esa magnitud.

-Campo de lectura (CL).-

El campo de lectura incluye la parte de la escala con divisiones, que es donde se pueden efectuar lecturas con exactitud.

Debido a que cada aparato eléctrico puede tener tensiones, corrientes y resistencias diferentes, es necesario poder determinar los valores de dichas magnitudes. Teóricamente, como se ha visto en capítulos anteriores, es posible descifrar o calcular estos valores gracias a simples fórmulas que los determinan. El problema se encuentra cuando los valores que se quieren medir hay que hallarlos en forma práctica. Para este efecto, existen ciertos aparatos capaces de realizar dichas medidas: éstos son el voltímetro, el amperímetro, el óhmetro, etc. La técnica ha conseguido reunir a todos ellos formando un solo aparato que contiene a los demás, y que será capaz de reunir todas las características comunes y particulares de cada uno de ellos. Este aparato se ha denominado técnicamente como "Tester", donde "Test" viene de prueba, por lo tanto se define como una instrumento de pruebas. Al instrumento también se le denomina "Multitester", lo que significa instrumento de múltiples pruebas. En la práctica también le llaman "Multímetro" o "Polímetro". Si dividimos la palabra en sus dos términos etimológicos, podemos descifrarla como:

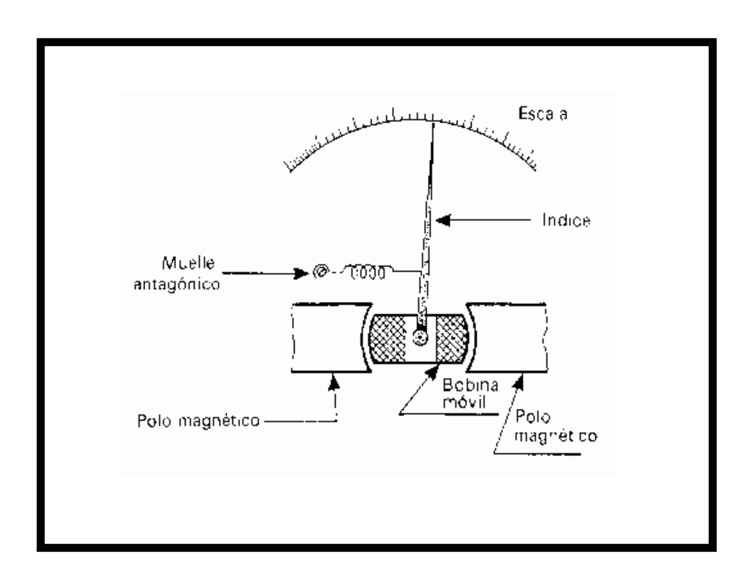
- poli = muchos.

- multi = múltiples.

- metro = medida.

Luego entonces, etimológicamente, Multímetro = múltiples medidas y Polímetro = muchas medidas.

INDICADORES ANÁLOGOS



El galvanómetro.-

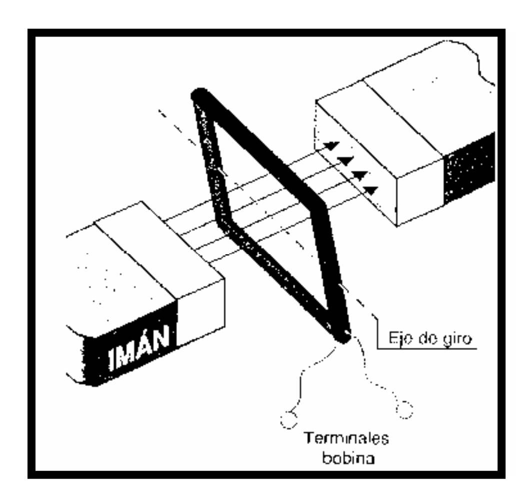
El galvanómetro es el instrumento de medida más sencillo, además de ser el más antiguo, ya que fue el primero que se utilizó.

La palabra galvanómetro encuentra su significado al desligarla en dos partes:

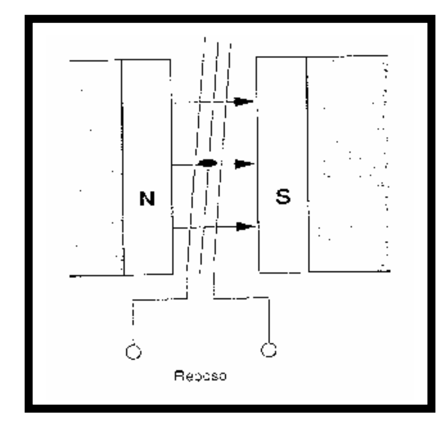
- galvano = efecto galvánico, es decir, corriente eléctrica.
- metro = medida.

Por tanto, galvanómetro = medida de corriente eléctrica.

Su principio de funcionamiento se basa en la interacción producida por dos campos magnéticos, uno de ellos debido a un imán permanente y el otro debido a una corriente eléctrica que circula por un conductor arrollado.

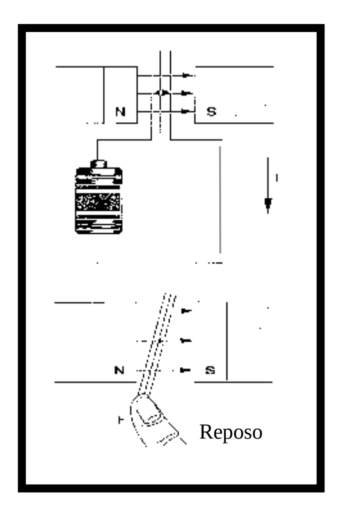


Supongamos un conductor arrollado formando una serie de espiras. Las espiras se disponen perpendicularmente en torno a un eje, con la posibilidad de girar en torno a él, como lo indica la figura 1. Tal bobina se halla en el seno del campo magnético producido por el imán permanente. Cuando por el arrollamiento no circula corriente, no existe interacción alguna entre el campo magnético de la bobina y el del imán, por lo que la posición del conductor (espiras) le da libertad para situarse en cualquier punto que le permita su eje.



Ahora bien, cuando por la bobina se hace circular una corriente eléctrica, se comprueba que se mueve en torno a su eje hasta que queda orientada de forma que su plano es perpendicular a las líneas del campo magnético.

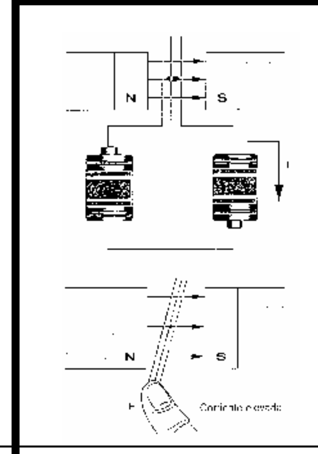
La bobina puede ser sacada de esta posición de equilibrio aplicándole una pequeña fuerza mecánica, producida por ejemplo por un dedo, aunque volverá a su posición anterior en cuanto cese la fuerza. Dicha fuerza producida mecánicamente para sacar la bobina del equilibrio magnético es directamente proporcional a la corriente que circula por ella. Si la corriente es débil, entonces la fuerza que se ha de aplicar con el dedo será pequeña.



Sin embargo, si la corriente es grande, entonces las líneas del campo magnético suma de los dos, serán de carácter fuerte, lo que obligará al dedo a realizar una fuerza mayor que en el caso anterior.

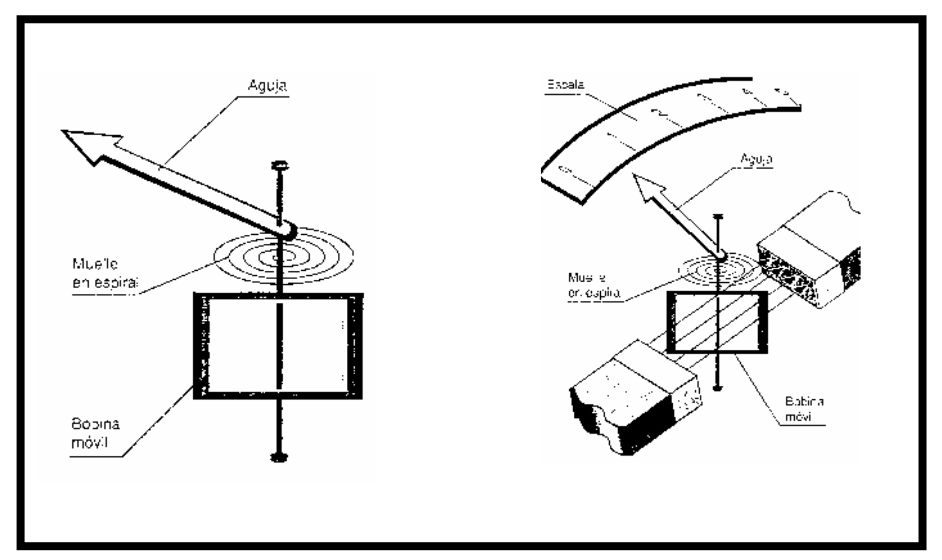
La posición de equilibrio de las espiras vendrá determinada por la intensidad de corriente que circula por la bobina, encontrándose más cerca de la posición de reposo cuando la corriente sea débil, y más cerca de la perpendicularidad con las líneas del campo magnético producido por el imán, cuando la corriente que atraviesa la bobina sea grande.

Como se ha explicado anteriormente, la posición de las espiras, cuando no existe corriente, puede ser cualquiera. Para hacer regresar a las espiras al punto determinado como punto de reposo, se utiliza un muelle y un tope.



Si solidariza con la bobina, se fija una aguja que gire con ella, y se obliga a que dicha aguja se desplace por delante de una escala; ésta podrá graduarse de forma de que cada una de sus divisiones se corresponda con un cierto valor de intensidad de corriente.

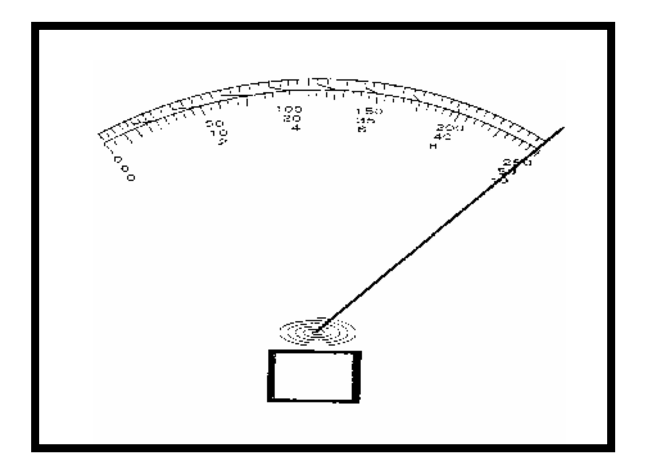
Así se construyen los galvanómetros de bobina móvil, también llamados galvanóm etros de cuadro móvil, ya que la bobina suele arrollarse sobre un elemento con forma rectangular o cuadrada.



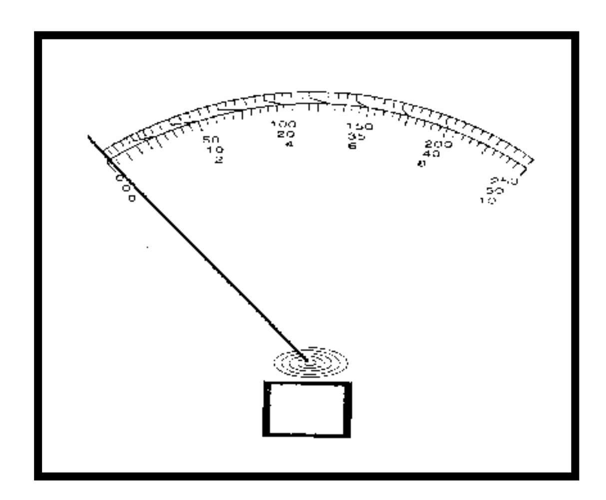
La fuerza electromagnética que hace girar la bobina es proporcional a la intensidad de corriente que la recorre, el número de espiras que la forman y a la intensidad del campo magnético que produce el imán. De esta forma, con una bobina cualquiera, cuanto más potente sea el imán permanente, mayores desviaciones se producirán con una corriente determinada, o más débiles corrientes podrán medirse para una desviación dada.

El mismo efecto puede conseguirse aumentando el número de espiras de la bobina, aunque aquí ya entran en consideración otros factores que pueden limitar el funcionamiento mecánico del sistema, tales como la mayor masa, y por tanto peso del conjunto móvil, o su inercia para ser movido y alcanzar el reposo o el equilibrio. Además, entra en juego otro factor eléctrico que se ha de tener en cuenta, tal como la resistencia eléctrica presentada por la bobina. De esta forma, el número de espiras que tenga ésta ira íntimamente ligada con los

parámetros que intervienen en el funcionamiento, como son la resistencia interna y, dependiendo de la tensión de alimentación a que se la someta, la intensidad que circule a su través.



Cualquier instrumento analógico destinado a medir magnitudes eléctricas, tendrá una escala con dos extremos. El extremo que corresponderá al reposo será siempre el valor cero de la escala, que será el punto donde se encuentre la aguja cuan do no circule corriente (gracias al empuje que realiza el muelle sobre la bobina), mientras que en el extremo opuesto se medirá la corriente máxima, la cual se conoce con el nombre de valor de fondo de escala.

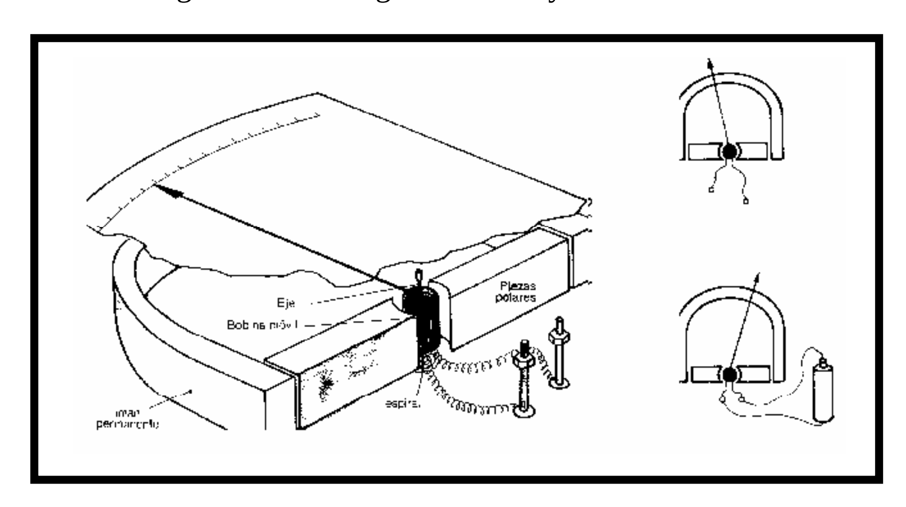


El valor de fondo de escala es el valor máximo que el instrumento podrá medir. Dicho punto suele venir fijado bien en el punto de la escala donde se encuentre la aguja cuando se alcance la perpendicularidad entre las líneas del campo magnético del imán permanente y las producidas por el campo magnético del bobinado, o bien porque más allá de punto determinado de la escala, la relación entre el ángulo recorrido por la aguja y la intensidad de corriente que circula por la bobina no son proporcionales, debido generalmente a las limitaciones impuestas por el muelle que hace retornar la aguja al cero de la escala.

El valor de fondo de escala suele conocerse también como la sensibilidad del instrumento, siendo un aparato tanto más sensible cuanto menor sea la corriente que hace desviar la aguja al fondo de la escala.

La sensibilidad del galvanómetro se mide en unidades de intensidad, encontrándose valores muy dispares, tales como del orden de los nanoamperios (1 A = 1.000.000.000 nA), que es la milmillonésima parte de la unidad de corriente en equipos de laboratorio, hasta decenas de miliamperios en los menos sensibles.

Los valores admisibles de corriente en los galvanómetros que se encuentran en el mercado, normalmente guardan un margen entre 0.1 y 1 mA.



El galvanómetro de cuadro móvil también recibe el nombre de “ galvanómetro D´Arsonval, en honor a su inventor.

Los elementos que forman el galvanómetro de cuadro móvil son:

- Un imán permanente con piezas polares semicirculares de hierro dulce unidas a los extremos de dicho imán.

- Un núcleo cilíndrico de hierro dulce, situado en el interior del campo magnético producido por el imán y las piezas polares.

- Un hilo muy fino de bronce fosforoso o magnético, el cual se arrolla sobre un bastidor (cuadro) rectangular de aluminio. Este con stituye la bobina móvil. El conjunto de la bobina se encuentra centrado en el entrehierro que queda entre el núcleo de hierro y el imán.

- Dos muelles o espiras antagonistas a los cuales se conectan, respectivamente, los extremos de la bobina. Los dos muell es están colocados simétricamente en la bobina, uno en la parte superior y otro en la inferior. En el centro de los muelles hay unos pivotes que se adaptan en cojinetes de piedras preciosas (zafiros), para de esta forma reducir la fricción, permitiendo que la bobina se mueva libremente en el entrehierro. Los extremos libres de los muelles están conectados a dos terminales o bornes del instrumento, sirviendo así como extremos de la bobina.

- Una aguja, fijada en el conjunto de la bobina, que se mueve solidari amente con ésta. La aguja puede ser colocada de modo que su posición de reposo o cero se encuentre en el centro o en el extremo izquierdo de la escala.

- Ajuste de cero mecánico, que no es más que un pequeño tornillo, gracias al cual se podrá ajustar la pos ición de la aguja hasta que marque el cero exacto, para compensar pequeños cambios posibles en la posición de ésta.

- Una particularidad del galvanómetro es que los muelles se encuentran enrollados en sentidos contrarios, para compensar los cambios de tempe ratura. Si la temperatura aumenta, al dilatarse los muelles, como han de ser idénticos, lo harán por igual, y como además se encuentran en contraposición, la fuerza que ejerza uno también la ejercerá el otro en sentido contrario y, por tanto, se contrarres tarán la una con la otra, permaneciendo estable la bobina en la misma posición de reposo a cualquier temperatura.

El galvanómetro formará siempre parte de cualquier aparato analógico de medidas eléctricas, como el voltímetro, amperímetro, óhmetro, etc.

El TESTER O MULTÍMETRO.-

Teóricamente, como se ha visto en capítulos anteriores, es posible descifrar o calcular estos valores gracias a simples fórmulas que los determinan. El problema se encuentra cuando los valores que se quieren medir hay que hallarl os en forma práctica. Para este efecto, existen ciertos aparatos capaces de realizar dichas medidas: éstos son el voltímetro, el amperímetro, el óhmetro, etc. La técnica ha conseguido reunir a todos ellos formando un solo aparato que contiene a los demás, y que será capaz de reunir todas las características comunes y particulares de cada uno de ellos. Este aparato se ha denominado técnicamente como " Tester", donde " Test" viene de prueba, por lo tanto se define como una instrumento de pruebas. Al instrumen to también se le denomina "Multitester", lo que significa instrumento de múltiples pruebas. En la práctica también le llaman " Multímetro" o " Polímetro" . Si dividimos la palabra en sus dos términos etimológicos, podemos descifrarla como:

- poli = muchos.
- multi = múltiples.
- metro = medida.

Luego entonces, etimológicamente, multímetro = múltiples medidas y Polímetro = muchas medidas.

EL TESTER ANÁLOGO

De todas las herramientas y equipos que un electricista pueda poseer en su banco de trabajo o en su maletín, probablemente la más útil sea el Tester. Con un Tester, análogo o digital, se pueden realizar mediciones de voltaje, corriente y resistencia, realizar pruebas de continuidad, etc. Para ello, todo lo que se necesita es colocar el selector en la posición correcta.

Existen Tester análogos y Tester digitales. Los Tester análogos son los más comunes por su sencillez, portabilidad y tamaño compacto. Además son más baratos que los tester digitales y resultan más convenientes de emplear en ciertas situaciones, por ejemplo, cuando es necesario medio cambios de voltaje o de corriente.

Los tester análogos vienen en una gran variedad de formas, tamaños y presentaciones. No obstante, la mayoría tiene en común los siguientes elementos:

• Puntas de prueba

• Estructura externa

• Detalle del selector

• Detalle de las escalas

a)Un par de puntas de prueba. Estas comunican el instrumento con el circuito bajo prueba.

b)Escalas análogas y aguja. Indican el valor numérico de la cantidad eléctrica que se está midiendo.

c)Selector de función. Permite seleccionar la naturaleza de la medida, es decir, si se trata de un voltaje o una corriente AC o DC, o simplemente una medición de resistencia.

d)Selector de rango. Permite seleccionar el rango de valores a ser medido. En la mayoría de los tester análogos modernos, el selector de rangos y el selector de función están integrados en un solo interruptor y, por lo tanto, las dos operaciones se hacen al mismo tiempo.

En general, todos los tester análogos emplean una bobina móvil como la analizada anteriormente, la cual se encarga de desplazar una aguja. El montaje físico se conoce como cuadro móvil o instrumento de D´Arsonval y consta de una bobina de alambre muy fino arrollada sobre un tambor que se encuentra montado entre los polos de un imán permanente.

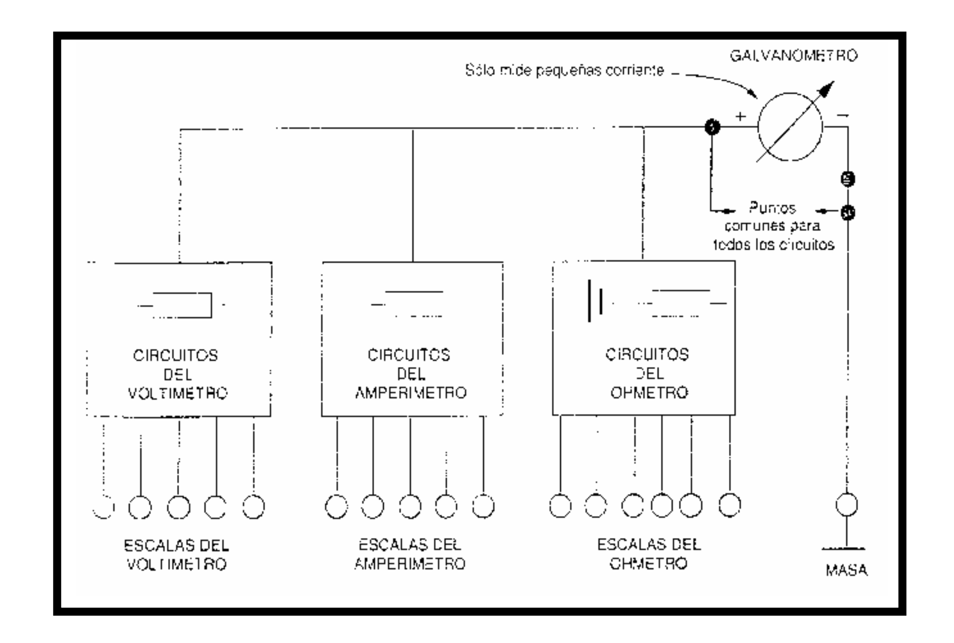
Los tester análogos tienen normalmente una posición de utilización:

Esta última es generalmente horizontal, aunque existen excepciones donde la posición podrá ser vertical o con algún otro ángulo de inclinación. El fabricante siempre indicará el ángulo de inclinación a utilizar para realizar mediciones correctas.

Este instrumento de medida recibe también el nombre de " multitester", "multímetro" y "polímetro".

El nombre de tester procede de la palabra inglesa "test" (prueba o ensayo).

Internamente está formado por un galvanómetro, que como se ha visto anteriormente es capaz de medir corrientes muy pequeñas, y además por una serie de circuitos que le adaptarán a éste para que sea capaz de medir tensiones, corrientes y resistencias.

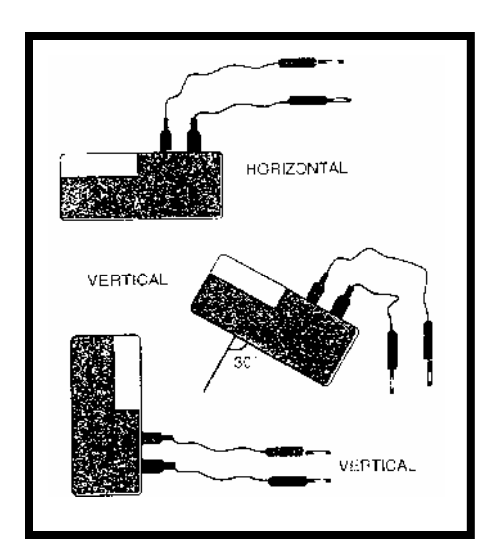


MANEJO DE UN TESTER

La mejor forma de aprender el uso de un Tester, es la lectura del manual que proporciona el fabricante del equipo, ya que cada Tester puede tener diferentes formas de uso, aunque en definitiva realicen todos los mismos tipos de medidas. Sin embargo, exi sten normas fundamentales para proteger a los circuitos internos que son comunes a todos.

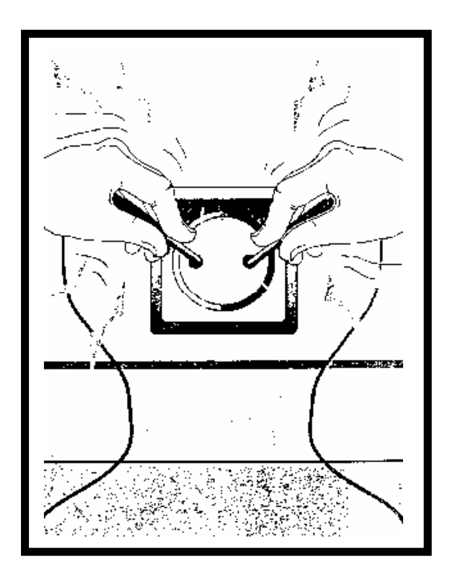
PRECAUCIONES EN SU USO

A)- El tester análogo normalmente tendrá una posición de utilización, ésta será la posición horizontal, aunque existen excepciones donde la p osición podrá ser vertical o con algún otro ángulo de inclinación. El fabricante siempre indicará el ángulo de inclinación a utilizar para realizar mediciones correctas.



B)-Ha de elegirse correctamente el campo de medida a utilizar, además de desconectarse las puntas de prueba del circuito o elemento a medir, siempre que éste esté sometido a alguna tensión, antes de cambiar de magnitud. En el caso de desconocer el valor de la medida, la medición se ha de realizar seleccionando siempre la es cala más alta para que la corriente nunca supere la admitida por el galvanómetro, ya que en caso contrario la aguja llegaría con demasiada fuerza al fondo de escala pudiéndose dañar.

C)- A la hora de realizar una medición, nunca se deben tocar las partes metálicas de las puntas de prueba, ya que se corre el riesgo de recibir una descarga eléctrica si la tensión que se está midiendo es muy grande, o falsear la medición.



D)- Hay que prestar especial atención cuando se realicen las lecturas en las escalas graduadas, evitando la equivocación, y realizando las operaciones aritméticas adecuadas en el caso de que la escala graduada y la gama seleccionada no coincidan numéricamente.

E)- Cuando la aguja se encuentre en reposo debe coincidir exactamente con el inicio de la escala graduada. Si esto no fuera así, habría que ajustar suavemente el tornillo del cero mecánico del galvanómetro.

F)- Generalmente, los tester análogos tendrán un espejo donde se reflejará la aguja. Para realizar una medición correcta o para ajustar el cero mecánico, la aguja siempre debe de tapar su propio reflejo en el espejo.

G)-Los tester tendrán, generalmente, un fusible de protección que evitará la destrucción de la circuitería interna cuando éste se conecte mal. El cambio habrá que saber efectuarlo correctamente, teniendo la precaución de que el fusible a conectar sea de las mismas características que el destruido.

El tester necesita una pila o batería que tan solo afectará a los circuitos del óhmetro. La descarga de la pila obligará a su reposición, por lo que habrá que saber cómo hacerlo correctamente. Así pues, si el tester carece de pila no se podrán hacer medidas de resistencia, aunque sí se podrán medir tensiones e intensidades de corriente.

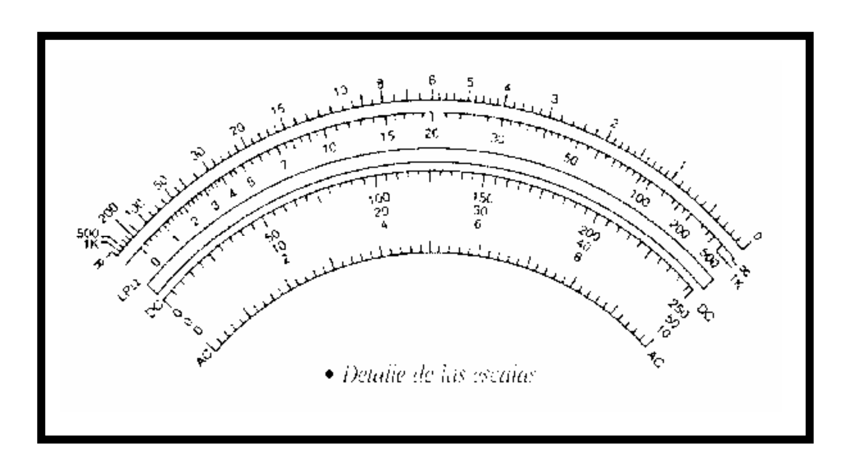
Las causas que pueden producir la destrucción del tester, y por tanto que se deben evitar, son:

1)Medir en un campo de medición demasiado bajo.
2)Conectar el óhmetro en circuitos donde exista tensión.
3)Conectar el amperímetro en paralelo en un circuito donde existe tensión.
4)Someterlo a altos valores de tensión o corriente transitorios.
5)Caídas y daños producidos por golpes.

ESCALA DE MEDIDA DEL ÓHMETRO

El óhmetro es el aparato destinado a medir la resistencia de un elemento o circuito. A diferencia del resto de los aparatos, necesita de una fuente de tensión propia (pila) para poder realizar la medida.

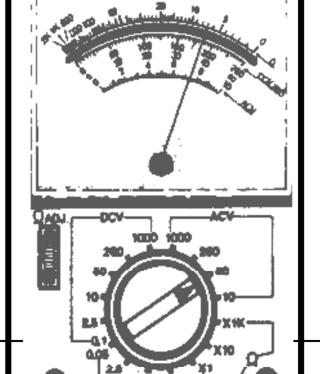
Una escala graduada está formada por una serie de divisiones trazadas sobre un instrumento de medida.



• Detalle de las escalas

Los trazos corresponderán a un valor de la magnitud física que se está midiendo.

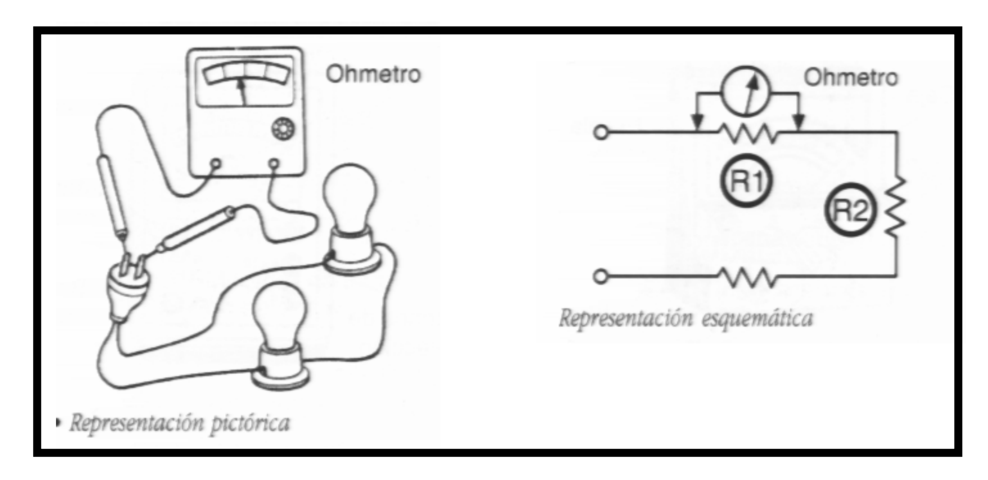
Si tomamos por ejemplo la carátula de un tester análogo, podemos observar que hay varias escalas graduadas donde sus divisiones trazadas no se corresponden proporcionalmente.



La escala graduada correspondiente al óhmetro es la superior, es decir, la que se encuentra sobre el espejo. Esta escala graduada tiene un valor inicial igual a 0 ohms (derecha de la escala graduada) y un valor final igual a infinito ohms (∞).

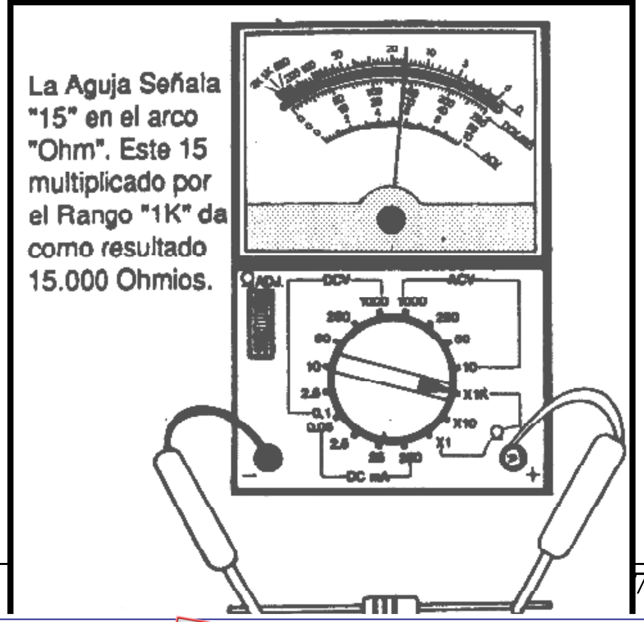
Cuando se selecciona el campo de medición "X1" del óhmetro y las puntas del instrumento se conectan entre los extremos de una resistencia, la aguja se reflectará y se situará en algún lugar de la escala graduada, indicando el valor de la misma.

Los campos de medición que normalmente trae incorporados el óhmetro son: X1 - X10 - X100 - X1K, etc.



Ejemplo:

Supongamos seleccionado el campo de medición " X10" del óhmetro, y que las puntas de prueba se encuentran midiendo un elemento resistivo. Esto determinará que la aguja se desplace hasta la marca 15 de la escala graduada. El valor medido se descifrará de la siguiente forma: como la aguja marca 15 y el campo de medida



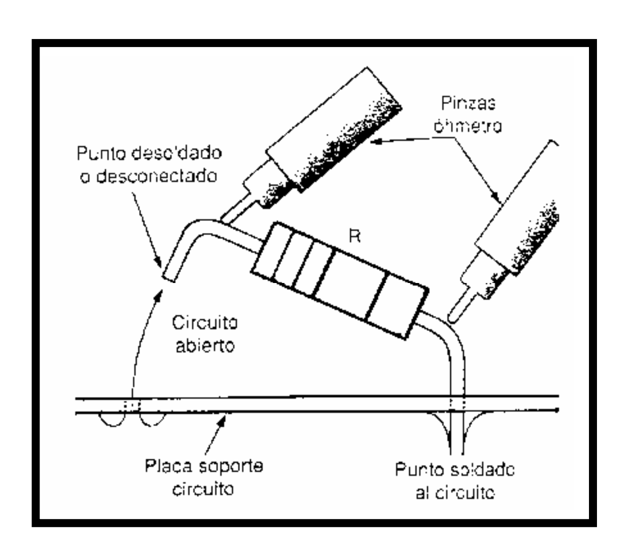
seleccionado es “X10”, el valor visualizado se multiplica por 10, por lo que el valor final será:

Valor final = 15 x 10 = 150 (Ω).

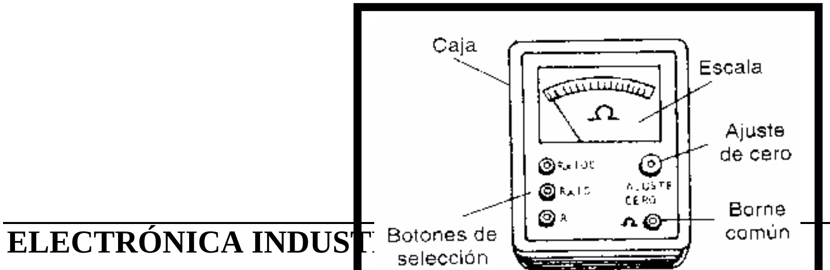
PRECAUCIONES EN EL USO DEL ÓHMETRO:

A)- Para la realización de medidas de resistencia, las puntas de prueba del óhmetro se conectarán en paralelo con el elemento al cual se le medirá la resistencia.

B)- El elemento a medir, forzosamente, habrá de estar desconectado al menos en un punto del circuito, ya que si no la medida será falsa, puesto que el instrumento medirá, en paralelo, la resistencia del elemento con la resistencia del propio circuito, obteniéndose una medida de resistencia errada.



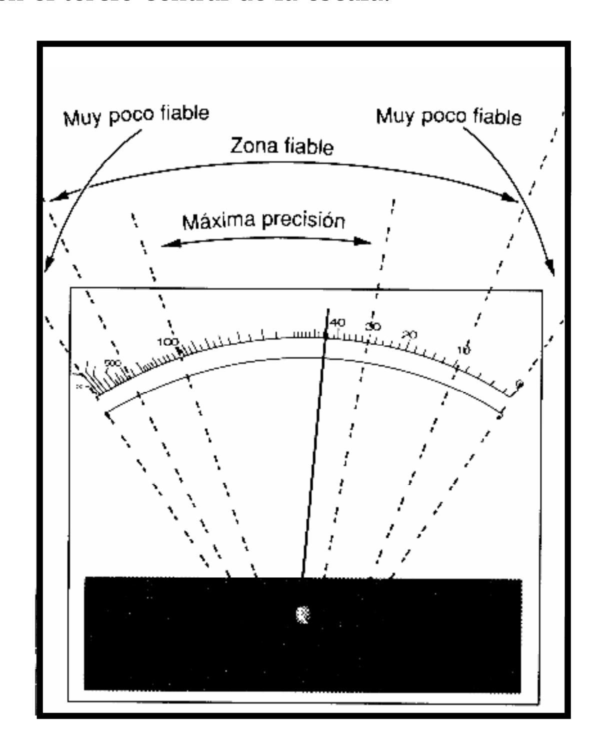
C)- Antes de realizar cualquier medida de resistencia habrá que realizar el ajuste de cero ohms de la aguja. Cuando se seleccione algún campo de medición del óhmetro, habrá que unir ambas puntas de prueba, con lo cual se verificará si la aguja llega al punto de la escala graduada indicado como cero ohms. Si esto no ocurre, y la aguja llega antes o después del cero, habrá que ajustarla por medio de un potenciómetro de ajuste de cero destinado a este efecto.



D)- Nunca se deben tocar las puntas metálicas, ya que el cuerpo humano tiene una resistencia eléctrica y, consecuentemente, se mediría la resistencia total entre el paralelo de la resistencia del elemento con la del cuerpo y, se falsearía la medida.

E)- El óhmetro nunca se debe conectar sobre elementos que se encuentren sometidos a tensión, ya que el instrumento se quemaría. Por lo tanto, se debe comprobar antes si existe tensión.

F)- La escala graduada para el óhmetro es alineal, y el margen de menor error en las medidas se encuentra en el tercio central de la escala.



ESCALA DE MEDIDAS DEL VOLTÍMETRO

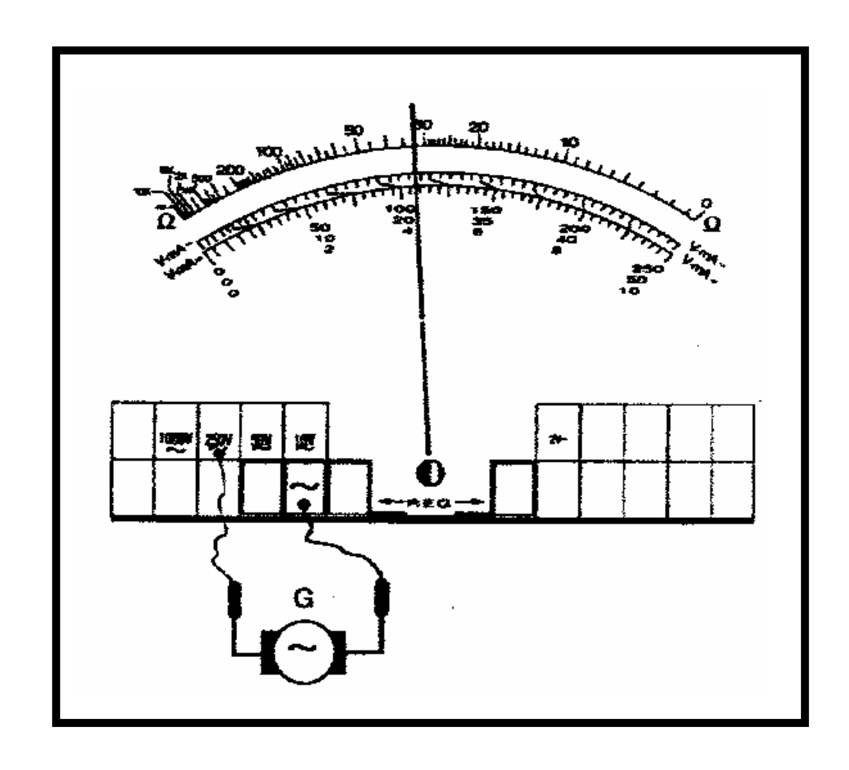
DE TENSIÓN ALTERNA (ACV)

No hay que olvidar que normalmente la escala graduada correspondiente a tensión alterna será común a la correspondiente a corriente alterna, por lo que habrá que extremar las precauciones sobre la medida a realizar.

Para las mediciones de tensión alterna, habrá que ubicar la llave selectora en alguna de los campos de medida ACV del voltímetro alterno, teniendo sumo cuidado de que el campo de medida escogido sea superior al voltaje que se va a medir. Por ejemplo, para tensiones alternas tenemos los siguientes campos:

10v - 50v - 250v - 500v - 1000v

Si por ejemplo, la llave conmutadora se encuentra posicionada en el campo de medida 250 ACV, es que la medida que se realizará es de tensión alterna. La aguja se desplazará entonces hasta el punto que marca la figura siguiente; como el campo de medida seleccionado es 250 ACV, habrá que identificar el fondo de escala como 250 v A C. Por lo tanto, si el fondo de escala indica 250v AC, el punto que marca la aguja será igual a 110v AC.



ESCALAS DE MEDIDAS DEL VOLTÍMETRO
DE TENSIÓN CONTINUA (DCV)

Los pasos a seguir son los siguientes:

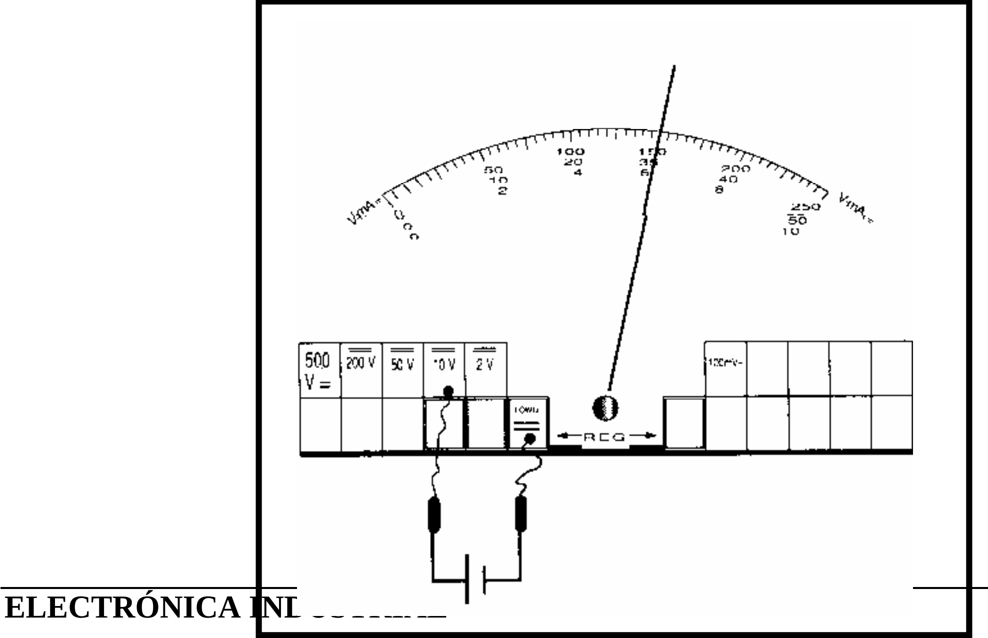
A)- Si la magnitud de la tensión a medir es desconocida, seleccionar el conmutador para el campo de medición DCV más alto. Así se evita que se pueda estropear el voltímetro. Si después al hacer la medición se ve que la tensión corresponde a un alcance más bajo, se conmuta el instrumento en este alcance.

B)- Conectar la punta de prueba roja al terminal positivo del circuito a medir y la punta negra al negativo del mismo.

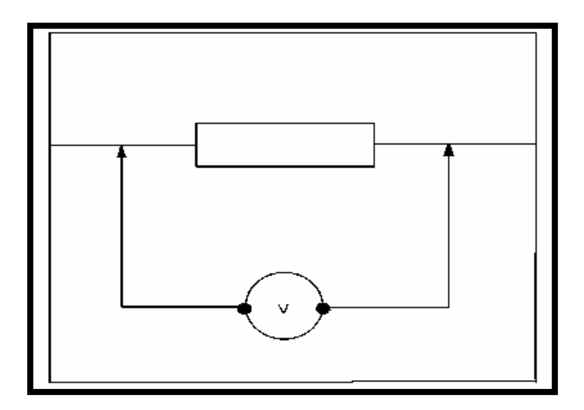
C)- Leer el valor de la tensión medida en la escala graduada correspondiente al campo de medición seleccionado. La máxima tensión para un margen especificado de voltaje está en el extremo derecho de la escala graduada (fondo de escala).

D)-La escala graduada de tensión de C.C. de un voltímetro está separada de la escala graduada del óhmetro. La aguja del instrumento se mueve de izquierda a derecha.
E)-La escala graduada de tensión continua es lineal, con iguales separaciones, para iguales cambios de tensión.

Para medir tensiones continuas, tal como lo indica la figura siguiente, como la llave conmutadora se encuentra ubicada en el campo de medición de 100v, el fondo de escala significará 100v CC. Como la aguja marca 6, la medida real será de 60v.



PRECAUCIONES EN EL USO DEL VOLTÍMETRO



El voltímetro es el aparato destinado a medir la tensión o ddp entre dos puntos de un circuito. Su forma de conexión es en paralelo. Para que el error sea mínimo, su resistencia interna ha de tener un valor muy elevado, del orden de varios miles de ohms.

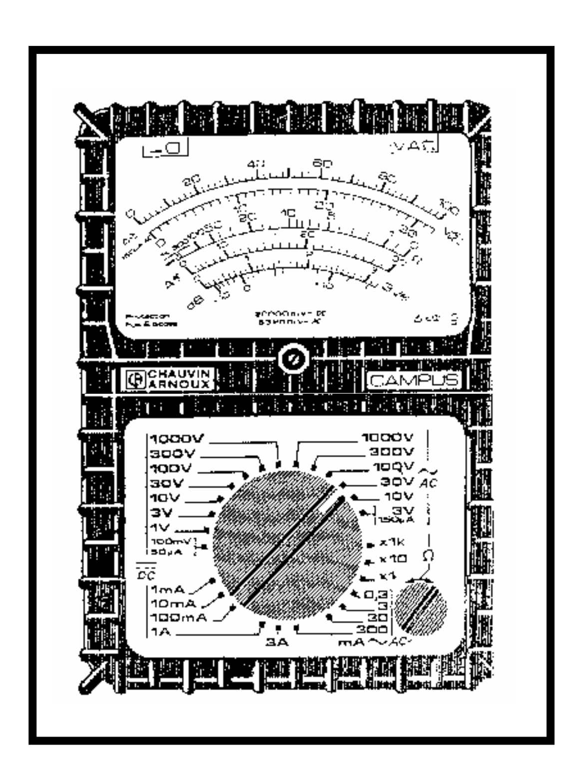
A)- Las mediciones de tensiones con la parte del tester que corresponde al voltímetro han de realizarse siempre en paralelo con el elemento o circuito a medir.

B)- Por lo general, las medidas de tensiones continuas (DCV) y de tensiones alternas (ACV) tienen diferentes puntos de contacto para las pinzas, ya q ue los circuitos internos asociados para medidas de ACV y DCV son diferentes. Aunque tendrán dos puntos comunes, masa y la salida hacia el galvanómetro.

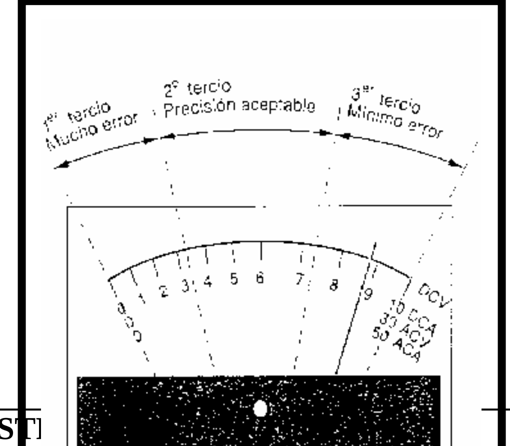
Las medidas de tensión alterna (ACV) podrán tomarse indistintamente colocando las dos puntas de prueba en cualesquiera de los dos puntos del circuito donde se va a medir, es decir, no importa la polaridad de las puntas de prueba del instrumento. Por el contrario, a la hora de realizar mediciones de tensiones continuas (DCV), es necesario respetar la polaridad de las puntas de prueba del instrumento, es decir, la punta de prueba de color rojo debe conectarse al positivo del circuito y la punta negra al negativo del circuito, puesto que de no ser respetada ésta polaridad, la aguja del instrumento tenderá a ref lectarse al revés de la escala graduada.

C)- Las tensiones alternas y continuas, normalmente, se leerán en escalas graduadas diferentes. Dichas escalas graduadas se ubican, por lo general, debajo del espejo y se identificarán con la sigla DC para lecturas de voltaje continuo y AC para lectura de voltaje alterno.

También se suelen diferenciar gracias al color de las graduaciones, dibujándose en negro las medidas de tensión continua y en rojo o verde las de tensión alterna.



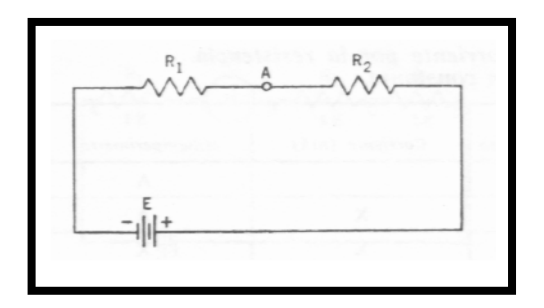
D)- Las medidas deben realizarse en el tercer cuadrante de la escala graduada, ya que es en ese margen donde el error será mínimo.



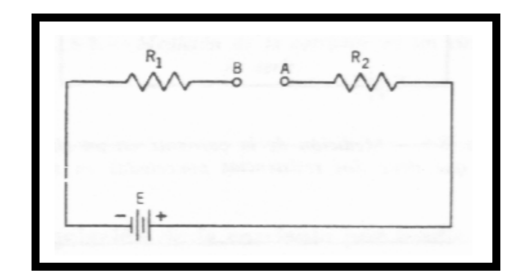
ESCALAS DE MEDIDAS DEL AMPERÍMETRO
DE CORRIENTE CONTINUA.-

La corriente continua de un circuito se puede medir por medio de un amperímetro de C.C. Cuando la magnitud de la corriente (intensidad) a medir es pequeña, se emplea un miliamperímetro (1 mA = 0.001 Amper)) ó (1 µA =0.000001 Amper).

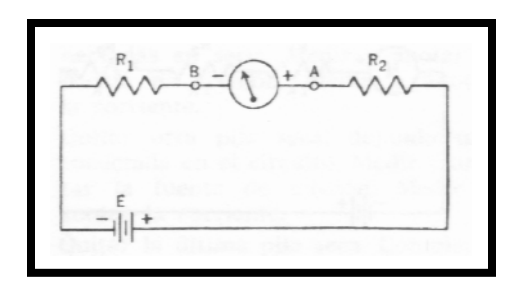
Para medir corriente continua hay que interrumpir el circuito e insertar el medidor en serie con el circuito. Por ejemplo, supongamos que se desee medir la corriente en el circuito de la figura:



Primero se interrumpe el circuito en A.



Luego se inserta el miliamperímetro en serie con el circuito en los dos con ductores abiertos.

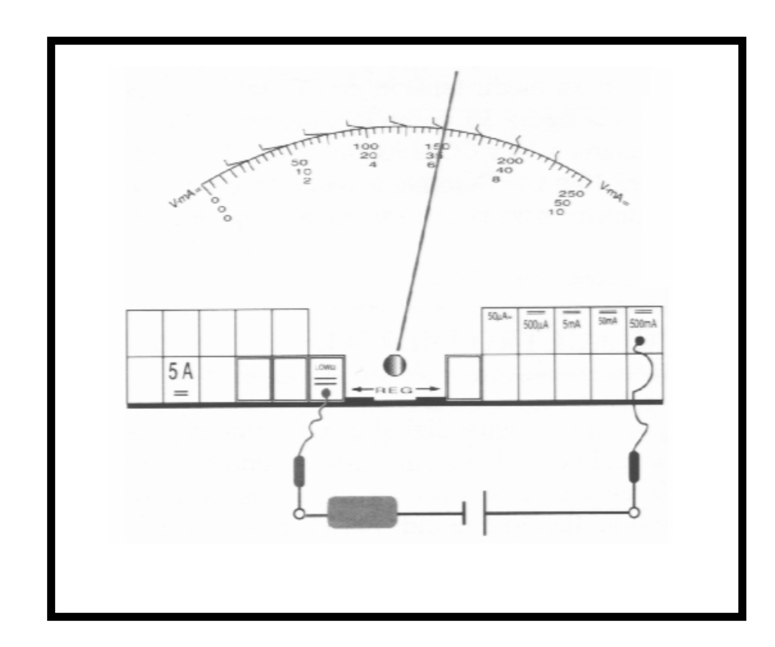


Se debe observar la polaridad; es decir, la punta de prueba de color negro debe ser conectada con el terminal negativo del circuito (B) y la punta roja al terminal positivo del circuito (A). Cuando el medidor está conectado cor rectamente, la aguja se moverá de izquierda a derecha. Si la aguja se desvía en sentido contrario, habrá que invertir las puntas del miliamperímetro.

Después de efectuada la medición, se saca el medidor del circuito, y se restauran las conexiones originales de éste.

Si observamos la figura siguiente, la llave conmutadora se encuentra seleccionando el campo de medida de 25 mA CC, por lo que en este caso la medida será de corriente.

La aguja marcará un valor igual a 15 mA, debido a que el fondo de escala se t oma como 25 mA.

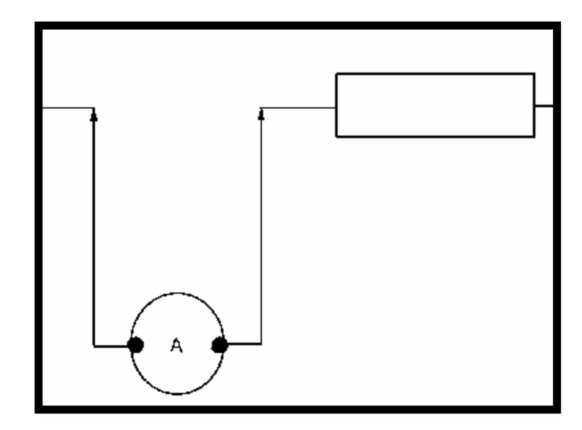


PRECAUCIONES EN EL USO DEL AMPERÍMETRO:

Guardan gran similitud con las normas dedicadas al voltímetro, aunque evidentemente existe una gran diferencia:

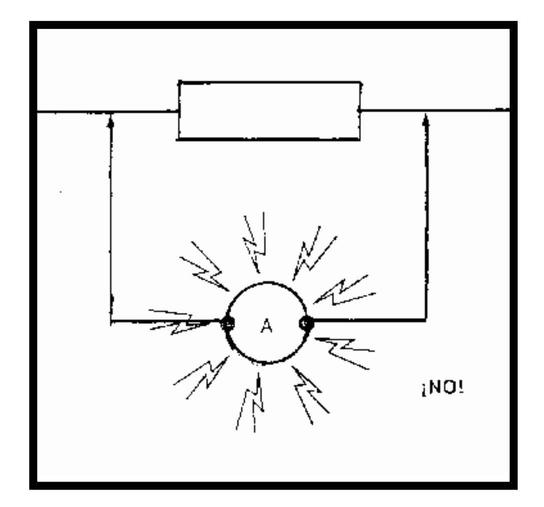
El amperímetro es el aparato destinado a medir la intensidad de cor riente que atraviesa un circuito. Su resistencia interna debe ser mínima para no provocar en el circuito caídas de tensión apreciables.

A)- El amperímetro siempre, y sin excepción alguna, ha de realizar la medida en serie con el circuito , interrumpiendo la línea por donde circula la corriente que se quiere medir.



B)- Para las medidas del amperímetro, normalmente se utilizarán las mismas escalas graduadas que para las medidas del voltímetro.

C)- Si un amperímetro se conecta en paralelo c on el circuito donde exista tensión, el circuito interno del tester asociado al amperímetro se quemará instantáneamente. por tanto, es necesario observar minuciosamente las conexiones antes de la realización de la medida.



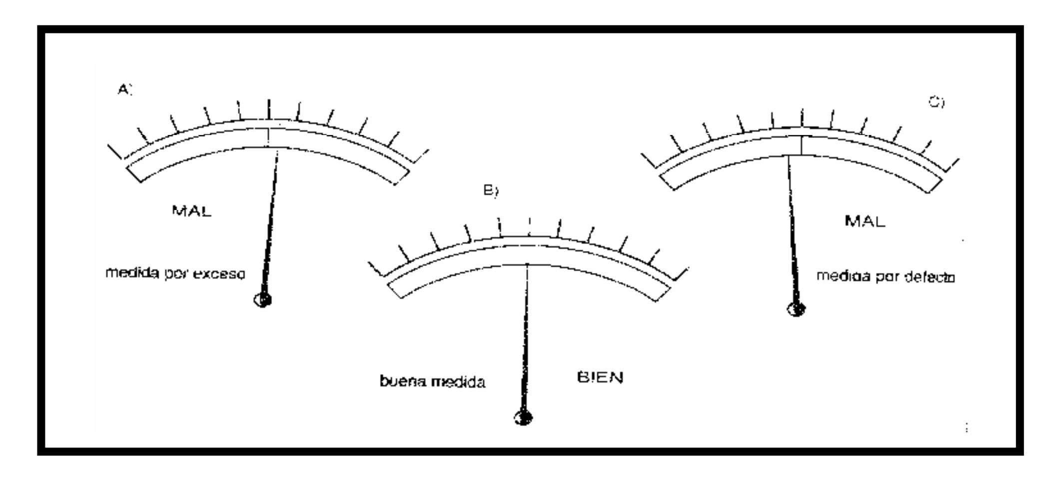
ERRORES DE MEDIDA

a)Error de lectura.-

Será el error producido por una mala apreciación visual, bien sea por confundir la escala o por la mala realización de las operaciones aritméticas.

b)Error de paralaje.-

Este es debido al mal ángulo con que el observador aprecie visualmente la medida. Para solucionar este defecto, el Tester cuenta con un pequeño espejo antiparalaje, sobre el cual se reflejará la imagen de la aguja al realizar una medida incorrecta y, por el contrario, no lo hará cuando la medida sea correcta, ya que la aguja tapará su propio reflejo en el espejo.



SENSIBILIDAD DEL TESTER

Un parámetro importante que siempre debe considerarse a la hora de la elección de un Tester, es el de la llamada sensibilidad, la cual siempre viene dada en "OHMS X VOLT" (Ω/V).

En el caso concreto del voltímetro, ya sabemos que para que su aguja se deflecte y marque la magnitud del voltaje a medir, necesita robar una cierta cantidad de corriente del propio circuito donde se va a medir. Parece claro que cuanto menor sea la intensidad de corriente que el instrumento necesite para deflectar su aguja, menos influirá en el circuito a

medir (menos corriente necesita robar para su funcionamiento). Por lo tanto, cuanto mayor sensibilidad posea, más preciso será en la medición.

La sensibilidad suele siempre indicarse como la resistencia que presenta el instrumento por cada volt de su escala. Por ejemplo, si disponemos de un Tester cuya sensibilidad es de 20.000 Ω / V DC y el conmutador lo tenemos en el campo de medición de 10V DC, la resistencia interna del instrumento será de 200 KΩ (20.000 x 10). En cambio, si el Tester que disponemos posee una sensibilidad de 30.000 Ω / V DC y el conmutador esta en el campo de medición de 10 VDC, la resistencia interna del instrumento será de 300 KΩ (30.000 X 10), es decir más alta, lo que significa que el instrumento robará menor corriente del circuito a medir y por lo tanto, la medición será mucho más precisa.

La sensibilidad del Tester es distinta para mediciones de voltaje continuo o alterno. En este último caso, suele estar comprendida entre un 20% y un 50% más baja.

En el momento de la elección de un Tester, observar que su sensibilidad en continua no sea inferior a 20.000 Ω / V DC.

EL TESTER DIGITAL

El tester digital es un elemento más sencillo que el análogo, sobre todo en lo referente a su lectura, ya que se hará de un modo directo que indicará el valor mediante un display con varios

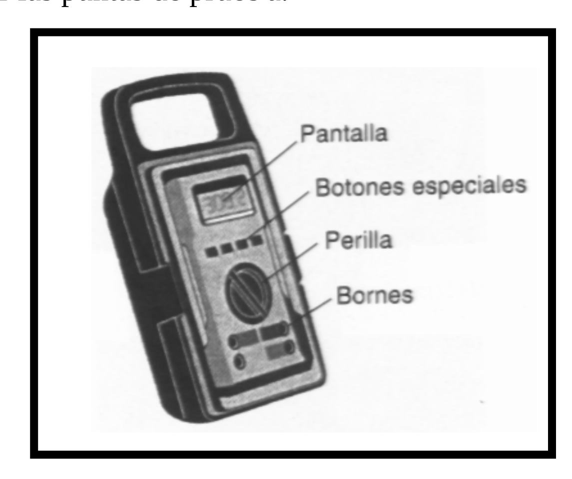
dígitos. Su constitución interna la forman circuitos digitales.

Tienen características sensiblemente mejores a los tester análogos, aunque su modo de conexionado seguirá siendo igual a la de los análogos.

Los tester digitales se caracterizan por poseer una pantalla numérica que da automáticamente la lectura con punto decimal, polaridad y unidad (V, A o Ω).

En general, los tester digitales ofrecen una mejor exactitud y resolución que los tester análogos, y son más confiables y fáciles de usar. Vienen en una gran variedad de presentaciones y, además de voltaje, corriente y resistencia, en muchos casos pueden también medir frecuencia, capacitancia, inductancia y otras magnitudes eléctricas.

Un tester digital típico se compone básicamente de una pantalla, una perilla selectora y los bornes para conectar las puntas de prueba.



En muchos casos, la perilla selectora es sustituida por interruptores del tipo a presión (push button).

La mayoría de los fabricantes de tester digitales ofrecen una variedad de accesorios opcionales para sus instrumentos que extienden los rangos existentes o la utilidad de los

mismos. Entre estos accesorios figuran puntas de prueba de alto voltaje, puntas de medición de temperatura.

La selección de los accesorios depende de sus necesidades de medición particulares.

Por ejemplo, para realizar reparaciones de electrodomésticos o instalaciones eléctricas, se necesita como mínimo una punta de medición de corriente. La mayoría de los tester digitales pueden medir hasta 2 o 3A, mientras que los artefactos eléctricos frecuentemente consumen 10 o más amperes.

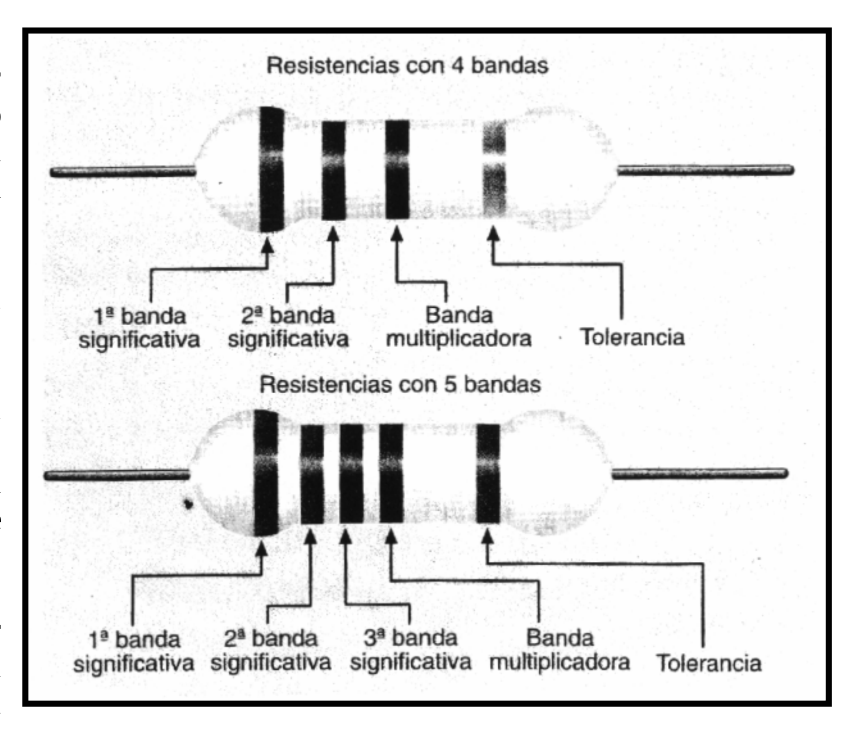
Las puntas de prueba de temperatura, por su parte, son una excelente ayuda para los especialistas en sistemas de calefacción y aire acondicionado.

CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTORES

Los códigos de colores se han creado para poder identificar un determinado componente sin necesidad de que su valor aparezca impreso sobre el mismo.

Los códigos más extendidos se utilizan para resistores y condensadores, estando debidamente regulados y aprobados en todo el mundo.

Los resistores poseen pintada sobre su superficie diversas bandas o anillos que, dependiendo de sus colores, nos indican el valor óhmico y su tolerancia. Con ello se facilita su sustitución en caso de avería.



Los resistores se identifican de varias formas, dependiendo de su tipo. En los resistores de composición de carbón, por ejemplo, el valor de la resistencia se codifica utilizando una serie de bandas de colores pintadas alrededor del cuerpo del componente y ubicadas en uno de los extremos del mismo.

Cada color está asociado a un número (ver tabla de código). La decodificación o lectura del valor de la resistencia se realiza de izquierda a derecha siguiendo estas reglas:

A) PARA RESISTORES DE CUATRO BANDAS

1.-La primera banda, que es la más próxima a uno de los extremos del resistor, proporciona el primer dígito del valor de la resistencia.

2.-La segunda banda proporciona el segundo dígito del valor de la resistencia.

3.-La tercera banda proporciona el multiplicador decimal, es decir, el número de ceros o lugares decimales que deben agregarse a la derecha o correrse hacia la izquierda de las dos primeras cifras para obtener el valor nominal de la resistencia.

Por ejemplo, si en un resistor dado, la primera banda es azul (6), la segunda gris (8) y la tercera roja (x100), el valor de resistencia del mismo es simplemente $68 \times 10^{2}\ \Omega$, es decir, 6800Ω (68 seguido de dos ceros), o sea 6.8KΩ.

Si la tercera banda fuera negra (x1), su valor sería $68 \times 10^{0}\Omega$, es decir, 68 Ω (68 solo). Asimismo, si la tercera banda fuera dorada (x0.1), su valor sería $68 \times 10^{-1}\Omega$, es decir, 68 x 0.1 Ω, o sea, 6.8 Ω (68 con el punto decimal corrido un lugar hacia la izquierda).

4.-La cuarta banda proporciona la exactitud o tolerancia del valor de resistencia proporcionado por las tres primeras bandas. Se especifica como un porcentaje (%).

Por ejemplo, si en una resistencia de 10.000 Ω (café, negro y naranja), la cuarta banda es dorada (-+5%), el valor real de la resistencia es 10.000 Ω + - 5%, es decir, puede estar entre 9500Ω (10000Ω - 500Ω) y 10500Ω (10000Ω + 500Ω), puesto que 500Ω es el 5% de 10.000Ω..

En el caso de los resistores de película y de alambre devanado, los valores de la resistencia y la tolerancia vienen, por lo general, directamente marcados sobre el cuerpo del componente. Otras veces, los fabricantes utilizan sus propios códigos.

Por ejemplo, muchos resistores de montaje superficial traen impreso un código de tres dígitos, tal como 103. En este caso, las dos primeras cifras (10) indican los dos primeros números del valor de la resistencia y la tercera (3) el multiplicador decimal o número de ceros que deben agregarse. Por tanto, se trata de un resistor de 10000 Ω, es decir, 10KΩ .

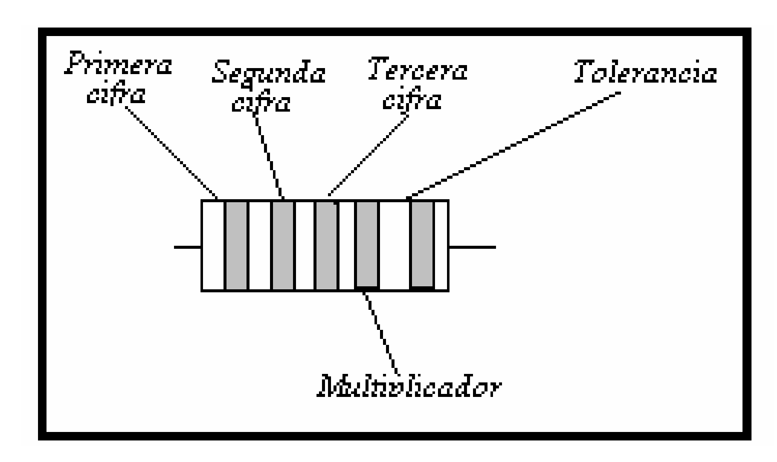
En resumen, se presentan cuatro bandas:

La primera desde el extremo representa a las decenas (un digito del 1 al 9).
La segunda banda representa a las unidades (un digito del 0 al 9).
La tercera banda representa al factor multiplicador (cantidad de ceros).
La cuarta banda representa la tolerancia.

B)PARA RESISTORES DE CINCO BANDAS.

En el caso de los resistores de precisión se presentan, normalmente, cinco bandas:

La primera representa un digito del 1 al 9.
La segunda representa un digito del 0 al 9.
La tercera representa un digito del 0 al 9.
La cuarta representa al factor multiplicador (cantidad de c eros).
La quinta representa la tolerancia.



Este código es un sistema utilizado no solo para señalar los valores de las resistencias de carbón, sino que también algunos tipos de condensadores, bobinas y diodos zener.

Los valores señalados por este código se expresan por las siguientes unidades de medida, según sea el componente:

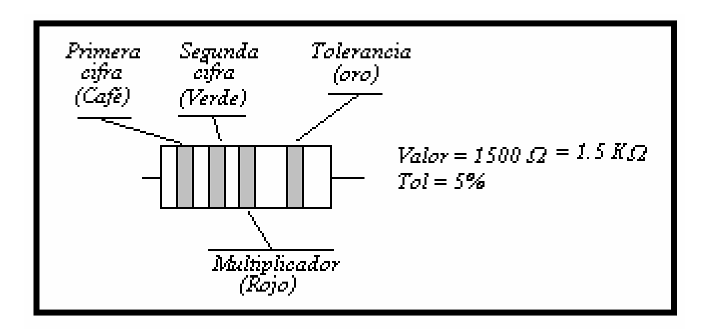
Resistencias--Ohms (Ω)
Condensadores--Picofaradios (pf)
Bobinas---Microhenryos (μhy)
Diodos zener---Volts (V)

De acuerdo a esto, la tabla que representa este código es la siguiente:

Tabla de código

CÓDIGO DE COLORES INTERNACIONAL					
Colores	**1ª cifra**	**2ª cifra**	**multiplicador**	**tolerancia**	**Voltaje de aislación (solo condensadores)**
Negro	-	0	1	Cap.(20%)	125(v)
Café	1	1	10	Res. (1%)	100(v)
Rojo	2	2	100	Res.(2%)	250(v)
Naranja	3	3	1000	-	-
Amarillo	4	4	10000	-	400(v)
Verde	5	5	100000	-	-
Azul	6	6	-	-	630(v)
Violeta	7	7	-	-	-
Gris	8	8	-	-	-
Blanco	9	9	-	Cap.(10%)	-
Oro	-	-	0,1	Res.(5%)	-
Plata	-	-	0,01	Res.(10%)	-
S/color	-	-	-	Res.(20%)	-

Ejemplos de resistencias:



FICHA PRÁCTICA Nº1

En cada uno de estos 20 resistores señale el valor y la tolerancia de acuerdo a sus colores:

1)

Amarillo/violeta/café/oro
Valor: --------------------
Tol:-----------------------

2)

Azul/gris/negro/oro
Valor: ---------------------
Tol: -----------------------

3)

Naranja/naranja/amarillo/oro
Valor:----------------------
Tol:------------------------

4)

Café/negro/rojo/oro
Valor:-----------------------------
Tol:-------------------------------

5)

Rojo/rojo/oro/oro
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

6)

Azul/violeta/verde/oro
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

7)

Amarillo/naranja/rojo/oro
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

8)

Gris/rojo/café/oro
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

9)

Café/gris/naranja/oro
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

10)

Café/negro/verde/oro
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

11)

Azul/verde/oro/oro
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

12)

Café/rojo/negro/plata
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

13)

Café/negro/oro/oro
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

14)

Naranja/verde/amarillo/oro
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

15)

Amarillo/blanco/rojo/plata
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

16)

Rojo/rojo/amarillo/plata
Valor:------------------------------
Tol:--------------------------------

17) Amarillo/violeta/oro/oro
Valor:-----------------------------
Tol:--------------------------------

18) Naranja/café/café/oro
Valor:-----------------------------
Tol:--------------------------------

19) Verde/amarillo/naranja/oro
Valor:-----------------------------
Tol:--------------------------------

20) Café/negro/amarillo/oro
Valor:-----------------------------
Tol:--------------------------------

FICHA PRÁCTICA Nº2

Convertir a colores los siguientes valores resistivos:

180 (Ω) - 5%
Colores:---
Tolerancia:--

47 (Ω) - 5%
Colores:--- ---------
Tolerancia:--

2.7 (Ω) - 5%
Colores:---
Tolerancia:--

1 (MΩ) - 5%
Colores:---
Tolerancia:--- -----------

1.5 (KΩ) - 5%
Colores:---
Tolerancia:--

18 (Ω) - 5%
Colores:---
Tolerancia:--

330 (Ω) - 5%
Colores:--- -----------------------------
Tolerancia:--

10 (KΩ) - 10%

Colores:---
Tolerancia:--

180 (KΩ) - 1%
Colores:---
Tolerancia:--

120 (Ω) - 5%
Colores:---
Tolerancia:--

1,4 (MΩ) - 5%
Colores:---
Tolerancia:--

FICHA PRÁCTICA Nº3

1) Amarillo/violeta/rojo/rojo/café
Valor:-----------------------------
Tol:---------------------------------

2) Rojo/rojo/azul/naranja/rojo
Valor:-------------------------------------
Tol:--

3) Gris/azul/rojo/rojo/café
Valor:---------------------------------
Tol:------------------------------------

4) Verde/azul/naranja/café/café
Valor:-----------------------------------
Tol:-------------------------------------

5) Blanco/naranja/verde/naranja/café
Valor:-----------------------------------
Tol:-------------------------------------

6) Gris/rojo/naranja/café/rojo
Valor:-----------------------------------
Tol:-------------------------------------

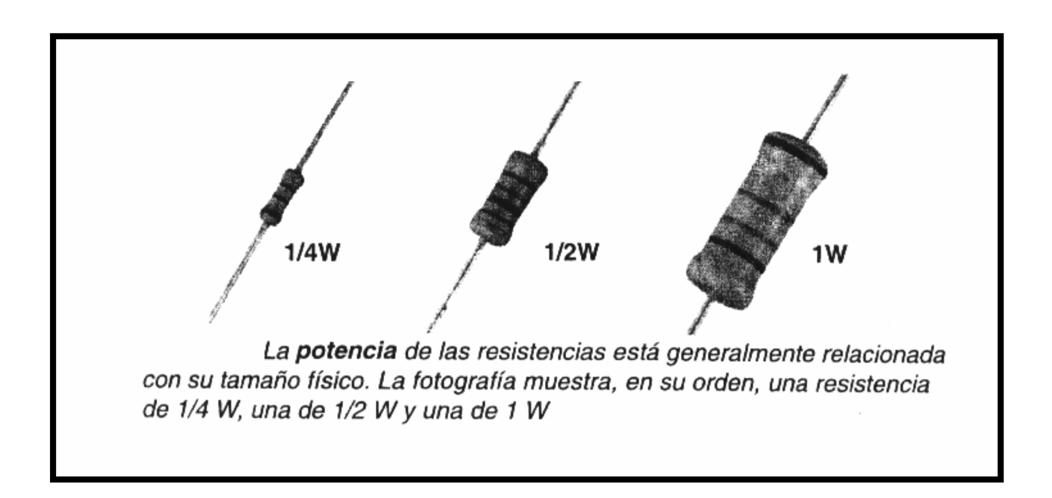
7) Amarillo/violeta/café/amarillo/rojo
Valor:-----------------------------------
Tol:-------------------------------------

8) Azul/verde/rojo/naranja/café
Valor:-----------------------------------
Tol:-------------------------------------

Otra característica distintiva importante de los resistores es la cantidad máxima de potencia que pueden disipar sin calentarse excesivamente.

Este parámetro se denomina **potencia nominal**.

La potencia nominal se especifica en Watts o vatios (W).



La **potencia** de las resistencias está generalmente relacionada con su tamaño físico. La fotografía muestra, en su orden, una resistencia de 1/4 W, una de 1/2 W y una de 1 W

Si durante su trabajo normal, una resistencia llega a disipar una potencia superior a su potencia nominal, se sobrecalienta y puede llegar a destruirse o quemarse.

En el caso de las resistencias de composición de carbón, la potencia nominal no viene marcada sobre el cuerpo del componente, sino que está relacionada con el tamaño físico del mismo, es decir, a mayor tamaño, mayor potencia y viceversa.

Las resistencias de carbón de 1/4W (0,25W), por ejemplo, tienen típicamente una longitud de 12.7 mm y las de 1W una longitud de 19.05 mm. Para otros tipos de resistencias, el valor de la potencia nominal puede venir marcado o codificado sobre el cuerpo del componente, o estar especificado en el manual del fabricante.

CÓDIGO DE COLORES APLICADO A CONDENSADORES:

Los condensadores son dispositivos que tienen por finalidad almacenar energía eléctrica entre sus placas y su unidad de medida es el Faradio (F).Como el Faradio resulta ser una medida muy grande, se emplean los submúltiplos del Faradio que son:

a) Microfaradio (μF) = Millonésima parte de un Faradio.

b) Nanofaradio (NF) = Milmillonésima parte de un Faradio.

c) PicoFaradio (PF) = Billonésima parte de un Faradio.

Cuando el valor de un condensador se representa por medio de colores, este valor se expresa en PF.

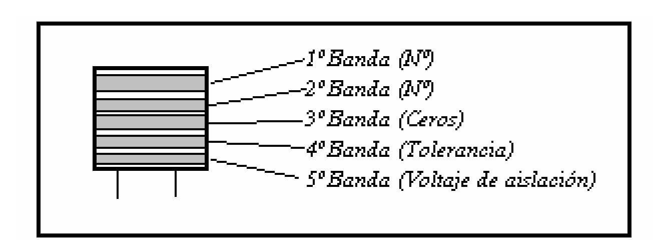
La primera banda representa un dígito del 1 al 9.

La segunda banda representa un dígito del 0 al 9.

La tercera banda representa el factor multiplicador (cantidad de ceros).

La cuarta banda representa la tolerancia.

La quinta banda representa el voltaje de aislación.



Voltaje de aislación:

Es el máximo voltaje que se puede aplicar a los extremos de un condensador sin deteriorar su dieléctrico.

FICHA PRÁCTICA Nº4

Señale los siguientes valores capacitivos:

1)

Café
Violeta
Amarillo
Negro
Azul

Valor:..
Tol: ....
Aisl:..

2)

Verde
Azul
Negro
Blanco
Amarillo

Valor:...
Tol: ....
Aisl:...

3)

Café
Gris
Rojo
Negro
Rojo

Valor:...
Tol: ....
Aisl:...

4)

Verde
Azul
Negro
Blanco
Negro

Valor:...
Tol: ....

Aisl:...

5)

Blanco
Naranja
Café
Blanco
Café

Valor:..
Tol: ....
Aisl:...

6)

Violeta
Verde
Rojo
Negro
Azul

Valor:..
Tol: ....
Aisl:...

7)

Naranja
Naranja
Rojo
Blanco
Café

Valor:... ....
Tol: ....
Aisl:..

8)

Azul
Verde
Naranja
Negro
Rojo

Valor:.. ....
Tol: ....
Aisl:..

9)

Rojo
Rojo
Oro
Negro
Azul

Valor:............................... ....
Tol: ....
Aisl:..

10)

Verde
Negro
Rojo
Blanco
Negro

Valor:...
Tol: ....

Aisl:..

11)

Azul
Rojo
Verde
Blanco
Amarillo

Valor:..
Tol: ....
Aisl:..

<u>Señale los colores y establezca el valor de los siguientes condensadores en otras unidades capacitivas:</u>

12)

220 (PF) /100 (V)

VALOR EN Pf :...
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:..
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:...

13)

0,05 MF /630 (V)

VALOR EN Pf :..
COLORES:...
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:...

14)

4700 (PF)/400 (V)

VALOR EN Pf :..
COLORES:...
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:...

15)

10 NF / 250 (V)

VALOR EN Pf :..
COLORES:...
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:...

0,1 MF / 400 (V)

VALOR EN Pf :..
COLORES:...
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:

16)

17)

47000 PF / 630(V)

VALOR EN Pf :..
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:..
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:..

18)

0.0022 MF / 250 (V)

VALOR EN Pf :..
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:..
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:..

19)

360 NF / 630 (V)

VALOR EN Pf :..
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:..
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:..

20)

22 PF/400 (V)

VALOR EN Pf :...
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:...
VOLTAJE DE AISLACIÓN:...

21)

33.000PF/400 (V)

VALOR EN Pf :...
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:...
VOLTAJE DE AISLACIÓN:...

0.47 MF/125 (V)

VALOR EN Pf :...
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:

22)

23)

0.00046 MF / 125 (V)

VALOR EN Pf :...
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:..

24)

1000 PF/125 (V)

VALOR EN Pf :...
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:..

25)

100 NF/250 (V)

VALOR EN Pf :..
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:...

26)

0.000022 MF/400 (V)

VALOR EN Pf :..
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:...

27)

0.1 MF/630 (V)

VALOR EN Pf :..
COLORES:..
VALOR EN OTRAS UNIDADES:...
TOLERANCIA:..
VOLTAJE DE AISLACIÓN:...

28)

CONVERSIÓN DE UNIDADES CAPACITIVAS

1.-Conversión de μF a pF.- A partir de la coma, complete seis cifras hacia la derecha y elimine todos los ceros a la izquierda del primer número:

0,05 μF = 50000 pF.

Otra forma de realizar esta conversión es multiplicando por 1000000.

2.-Conversión de pF a μF.- Se deben completar seis cifras hacia la izquierda de la cifra indicada. En este caso los ceros a la derecha se deben anular.

50000 pF = 0,05 μF

También se puede lograr el mismo objetivo dividiendo por 1000000.

3.-Conversión de pF a nF.- Esta resulta ser la conversión más simple, pues 1000 pF equivalen a 1 nF.

1 nF = 1000 pF

4.-Código japonés.- Este es un código de tres cifras, la última de las cuales indica la cantidad de ceros que se deben agregar a la primera. El valor debe quedar expresado en pF.

103 = 10000 pF

FICHA PRÁCTICA Nº5

Realizar las siguientes conversiones:

1.- De µF a pF :

a)0.005µF =..................................pF
b)0.0068µF =.................................. pF
c)0.000047µF=...................................pF
d)0.033µF =...................................pF
e)0.1µF =...................................pF
f)0.00022µF =...................................pF
g)0.01µF =...................................pF
h)0.00003µF =..................................pF

2.-De pF a µF :

a)3900 pF =................................. µF
b)33000 pF =................................. µF
c)470 pF =................................. µF
d)22 pF =.................................µF
e)47000 pF =................................ µF
f)5600 pF =................................. µF
g)330000 pF =................................ µF
h)1000 pF =................................ µF

3.-De pF a nF :

a)5000 pF =...............................nF
b)1000 pF =...............................nF
c)10000 pF =............................... nF
d)3300 pF =............................... nF
e)47000 pF =................................ nF
f)5600 pF =...............................nF
g)330000 pF =..............................nF
h)1800 pF =.............................. nF

4.-Código japonés :

101 =.............. 503 =.............

222 =............... 264 =..............

402 =................ 342 =..............

5.-Indicar el valor capacitivo de los siguientes condensadores en todas sus expresiones:

a)1800 pF = ...μF = ...nF = =..

b)0.012μF =..............pF = ...nF = =..

c) 564 =..............pF = ...nF = ... μF =

d)Gris/Rojo/Naranja = ...pF = ...nF = ... μF =

e)27 nF = ...pF = ... μF = =..

f)Violeta/verde/rojo =............pF = ...nF = ...μF =

Medición de resistencias (Ohms). Para lograr que el tester puede medir la resistencia de un componente o circuito, se dispone en su interior de una pila o batería que actúa como fuente de voltaje continuo, la cual queda conectada e n serie con la bobina móvil.

Al juntar las puntas de prueba se cierra el circuito eléctrico, circulando corriente continua a través de la bobina móvil. Esta corriente puede ser ajustada mediante un

potenciómetro denominado " ajuste cero", el cual ajusta la posición de la aguja en cero ohms.

El procedimiento a seguir para la medición es el siguiente:

a)Seleccionar la escala apropiada del ohmetro.
b) Juntar las puntas y realizar el ajuste a cero.
c)Verificar que el circuito se encuentre sin energía.
d)Conectar el instrumento en paralelo con el circuito que se va a medir.
e)Observar que durante la medición los dedos no se encuentren en contacto directo con la parte metálica de las puntas de prueba.

REGLAS DE MANEJO DEL OHMETRO PARA LA MEDICIÓN DE COMPONENTES EN GENERAL

Las reglas de manejo, con carácter general, están comprendidas en el siguiente orden:

1.-Cuando se midan resistencias, asegúrese de que entre los puntos en que se va a realizar la medición no exista voltaje alguno (continuo o alterno).

2.-Ajustar a cero toda vez que se cambie de escala.

3.-No tocar las puntas con los dedos cuando se realicen medidas de resistencia, pues la lectura será incorrecta. Esto se debe a que el cuerpo humano presenta su propia resistencia eléctrica, y lo que mediremos realmente será el conjunto de la resistencia de nuestro cuerpo con la que verdaderamente queremos medir.

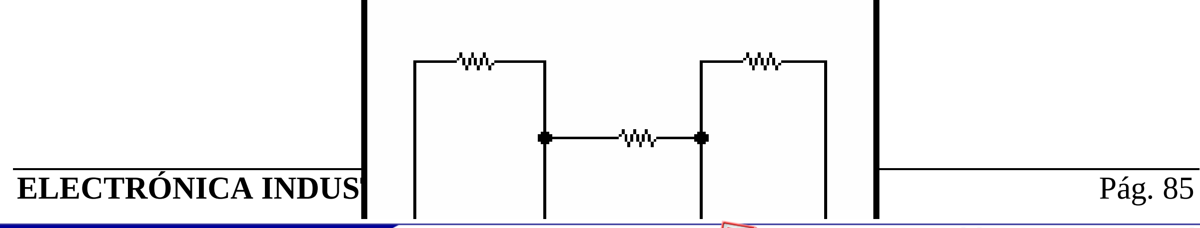
4.-Cuando se quiera medir una resistencia conectada a un circuito, levantar uno de los extremos de la misma, pues si no se hace así, la lectura podrá ser errónea.

5.- Las escalas que generalmente trae el tester para la medición de resistencias son las siguientes: **X1, X10, X100, X1000**, etc.

La técnica de medición consiste básicamente en multiplicar la escala del ohmetro seleccionada por la lectura que marca la aguja.

MEDICIÓN DE RESISTORES FIJOS

Desde el punto de vista técnico, el resistor es un componente que sirve para oponerse al paso de la corriente eléctrica y su unidad de medida es el Ohms.



Se les denomina fijos, porque en ellos no se puede modificar su valor óhmico.
Los resistores fijos se pueden clasificar en:

a)De carbón.
b)De alambre.
c)De película metálica.
d)Resistores fusibles.

Los resistores de carbón, de película metálica y resistores fusib les son de baja potencia y su valor, generalmente viene indicado por medio de franjas de colores.

Los resistores de alambre son de altas potencias (sobre 3 Watts) y su valor viene señalado por medio de números.

Símbolo eléctrico

Aspecto físico de un resistor de carbón

Orden de operaciones para la medición:

a)Verificar el valor del resistor haciendo lectura de sus bandas de colores.

b)De acuerdo al valor del resistor, seleccionar la escala del óhmetro más adecuada.

c)Si el resistor esta montado en el circuito, es conveniente levantar un extremo para medir. De esta forma no se vera alterada la lectura por causa de componentes asociados.

d)Medir el resistor y comprobar si el valor que marca el instrumento coincide con el que viene marcado en el cuerpo del mismo. Es importante señalar que cualquier pequeña diferencia entre ambos valores corresponde a la tolerancia y a los márgenes de error que introducen los tester análogos. El margen de tolerancia de un resistor es comúnmente de un 5% y el de un tester análogo de un 10% aprox..

Fallas en los resistores:

Las principales fallas que presentan los resistores, son las que se enumeran a continuación:

a)Resistor cortado (quemado o abierto).

b)Resistor alterado o desvalorizado (incremento de su valor en forma descontrolada).

FICHA PRÁCTICA Nº6

Realizar la medición de los siguientes resistores de carbón y completar los datos que se enumeran a continuación:

1) Colores	**: ....**	**2)Colores**	**:..**
Valor	**:..**	**Valor**	**:..**
Escala	**:..**	**Escala**	**:..**
Medición	**:..**	**Medición**	**:..**
3) Colores	**: ....**	**4) Colores**	**:..**
Valor	**:..**	**Valor**	**:..**
Escala	**:..**	**Escala**	**:..**
Medición	**:..**	**Medición**	**:..**
5) Colores	**: ....**	**6) Colores**	**:..**

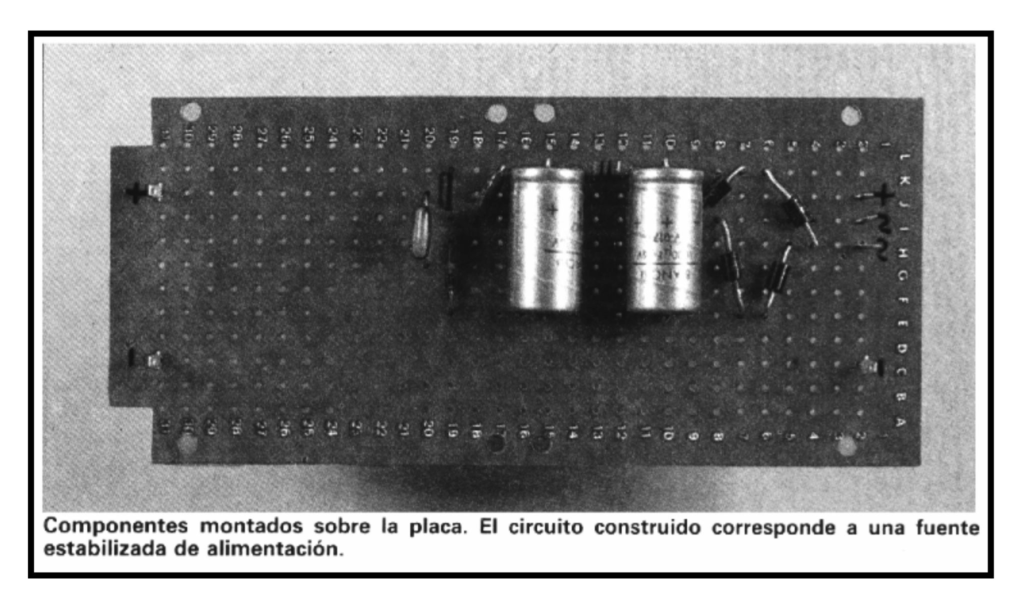
Valor	:..	Valor	:...
Escala	:..	Escala	:...
Medición	:..	Medición	:...
7) Colores	:	8) Colores	:...
Valor	:..	Valor	:...
Escala	:..	Escala	:...
Medición	:..	Medición	:...
9) Colores	:	10) Colores	:...
Valor	:..	Valor	:...
Escala	:..	Escala	:...
Medición	:..	Medición	:...
11)Colores	:	12) Colores	:...
Valor	:..	Valor	:...
Escala	:..	Escala	:...
Medición	:..	Medición	:...
13)Colores	:	14)Colores	:...
Valor	:..	Valor	:...
Escala	:..	Escala	:...
Medición	:..	Medición	:...
15)Colores	:	16)Colores	:...
Valor	:..	Valor	:...
Escala	:..	Escala	:...
Medición	:..	Medición	:...
17)Colores	:	18)Colores	:...
Valor	:..	Valor	:...
Escala	:..	Escala	:...
Medición	:..	Medición	:...
19)Colores	:	20)Colores	:...
Valor	:..	Valor	:...

	Escala	**:.......................................**		**Escala**	**:...**
	Medición	**:.......................................**		**Medición**	**:...**
21)	**Colores**	**: ....**	**22)**	**Colores**	**:..**
	Valor	**:.......................................**		**Valor**	**:..**
	Escala	**:.......................................**		**Escala**	**:...**
	Medición	**:.......................................**		**Medición**	**:...**
23)	**Colores**	**: ....**	**24)**	**Colores**	**:..**
	Valor	**:.......................................**		**Valor**	**:..**
	Escala	**:.......................................**		**Escala**	**:...**
	Medición	**:.......................................**		**Medición**	**:...**
25)	**Colores**	**: ....**	**26)**	**Colores**	**:..**
	Valor	**:.......................................**		**Valor**	**:..**
	Escala	**:.......................................**		**Escala**	**:...**
	Medición	**:.......................................**		**Medición**	**:...**

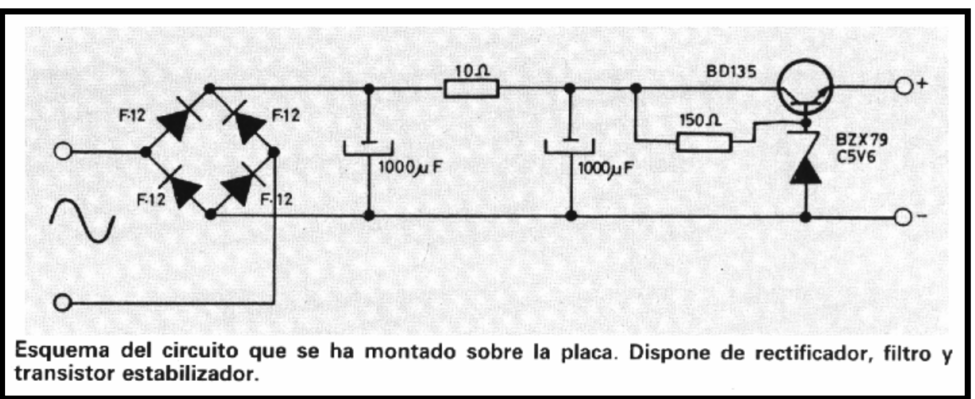
EL PROTOBOARD

Podemos considerar como circuitos experimentales a todos aquellos que se construyen por vez primera a raíz de un diseño previo, en el que se han calculado los valores de componentes, o bien partiendo de un esquema eléctrico ya conocido pero que ofrece algunas dudas acerca su funcionalidad. En cualquier caso conviene efectuar un montaje empleando todos los componentes que se hallan obtenido del diseño o que estén representados en el esquema, con objeto de comprobar la forma de trabajo del circuito, observando el comportamiento de todas y cada una de las partes a detectar; sise producen sobrecargas que ocasionen calentamientos indebidos, actuación de los componentes activos (transistores, circuitos integrados, etc.), y cualquier otro dato que permita repetir todas aquellas zonas del diseño original que no sean del todo satisfactorias o bien probar experimentalmente otros valores o tipos de componentes buscando de forma constante una aproximación al objetivo perseguido. Para realizar un montaje experimental se puede acudir a una placa impresa universal que contiene un gran número de orificios separados a la distancia normalizada de 2,54 milímetros o 5,08 milímetros sobre la que se insertarán y

soldarán todos los componentes, efectuando las uniones entre ellos con porciones de hilo desnudo o restos de terminales de componentes, pero a pesar de su aparente simplicidad, este procedimiento tiene el inconveniente de que resulta dificultosa la sustitución de aquellas partes que se necesite, requiriendo el empleo de un tiempo excesiva mente largo en cada cambio, lo que hace que al final se tarde mucho más de lo previsto en completar el circuito objeto de ensayo.



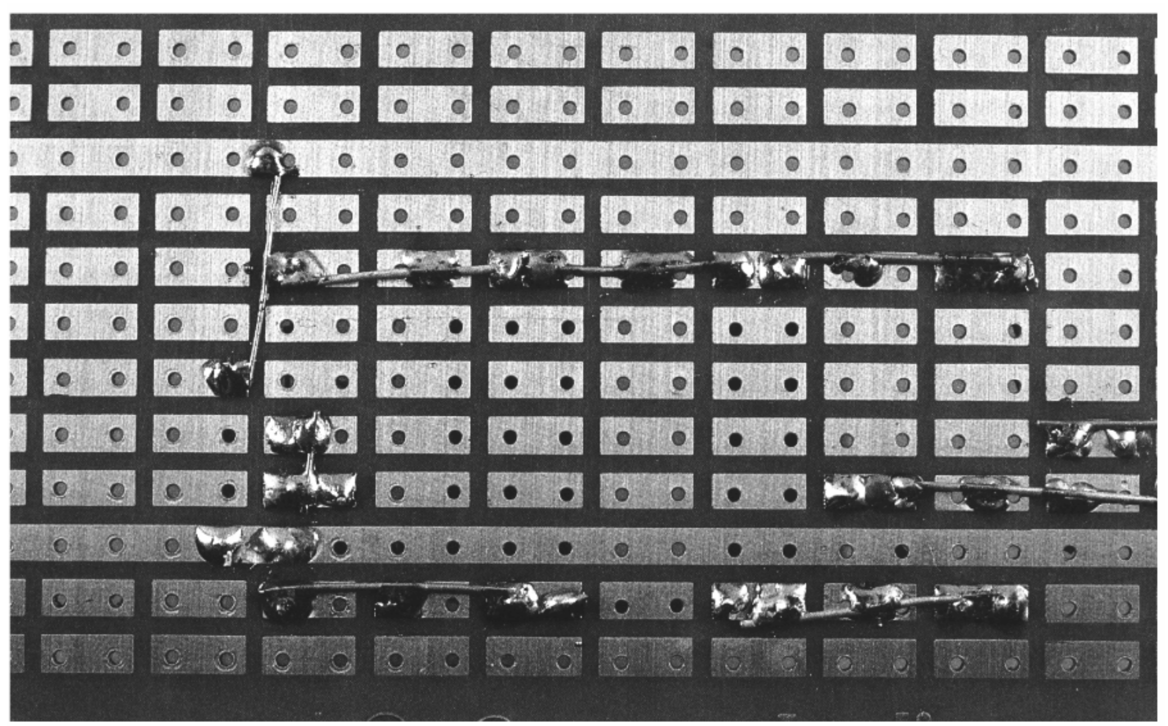
Componentes montados sobre la placa. El circuito construido corresponde a una fuente estabilizada de alimentación.



Esquema del circuito que se ha montado sobre la placa. Dispone de rectificador, filtro y transistor estabilizador.

Por otra parte, si durante el cambio de un componente no se toman las debidas precauciones en lo que se refiere al tratamiento del mismo, pueden producirse daños, tales como rotura en los terminales, deterioros de semiconductores por sobrecalentamiento con el soldador, levantamiento de los nodos de la placa impresa, etc. Todo esto hace que este

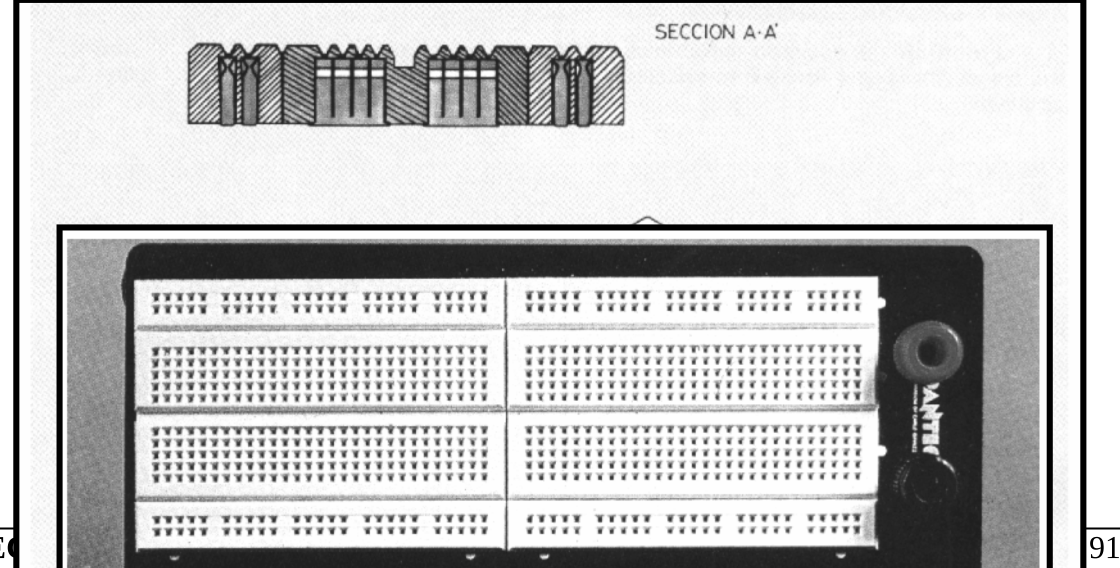
sistema de montaje sólo sea realmente práctico cuando ya se tiene un nivel de confianza bastante elevado acerca del resultado final, pero no para las primeras pruebas del circuito.



Detalle de la zona de soldaduras de la placa. La interconexión se ha realizado a base de restos de terminales sobrantes de componentes.

Placa de montaje.-

Un método bastante interesante que se puede emplear en estas ocasiones es el de

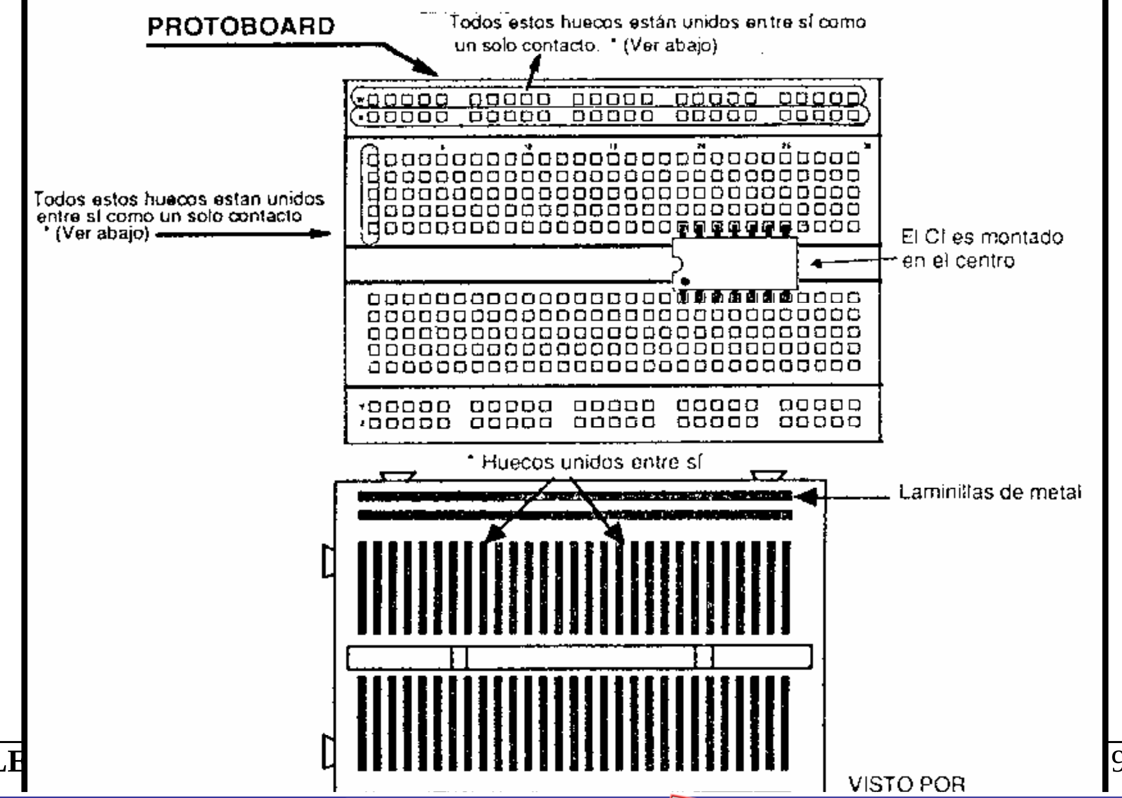


realizar el montaje de los componentes sobre un sistema de interconexión especialmente preparado para esta finalidad y que se denomina protoboard, el cual consistente en una cubierta plástica que contiene un gran número de orif icios de inserción sobre los que se encuentran por la cara inferior unos puntos de contacto metálicos que trabajan por el sistema de presión sobre el terminal que se aplique en ellos.

Los orificios de esta placa de montaje se encuentran separados a la d istancia normalizada de 2,54 milímetros y están unidos eléctricamente entre sí por unas barras horizontales o verticales, dependiendo de la zona de la placa que se considere, así dispuestas para facilitar la interconexión de los componentes y evitar una el evada cantidad de puentes exteriores. Estas placas pueden encontrarse en el comercio especializado como elementos individuales o agrupadas de dos en dos sobre una base común que incluye unas patas de apoyo y unas bornas de conexión de cables.

Con este sistema, el montaje del circuito experimental, será muy rápido, ya que bastará con insertar los componentes sobre los orificios con una ligera presión y se garantizará una segura sustitución de los mismos durante la prueba, alcanzando así mucho, más rápidamente el resultado final que con el primer procedimiento descrito.

Otra posible aplicación, también interesante de este sistema, es la de servir de base para todas aquellas personas que deseen realizar por vez primera un montaje electrónico, ya que se evitará el tener que recurrir al cautín y la soldadura para efectuar la conexión de componentes.



Modelos comerciales.-

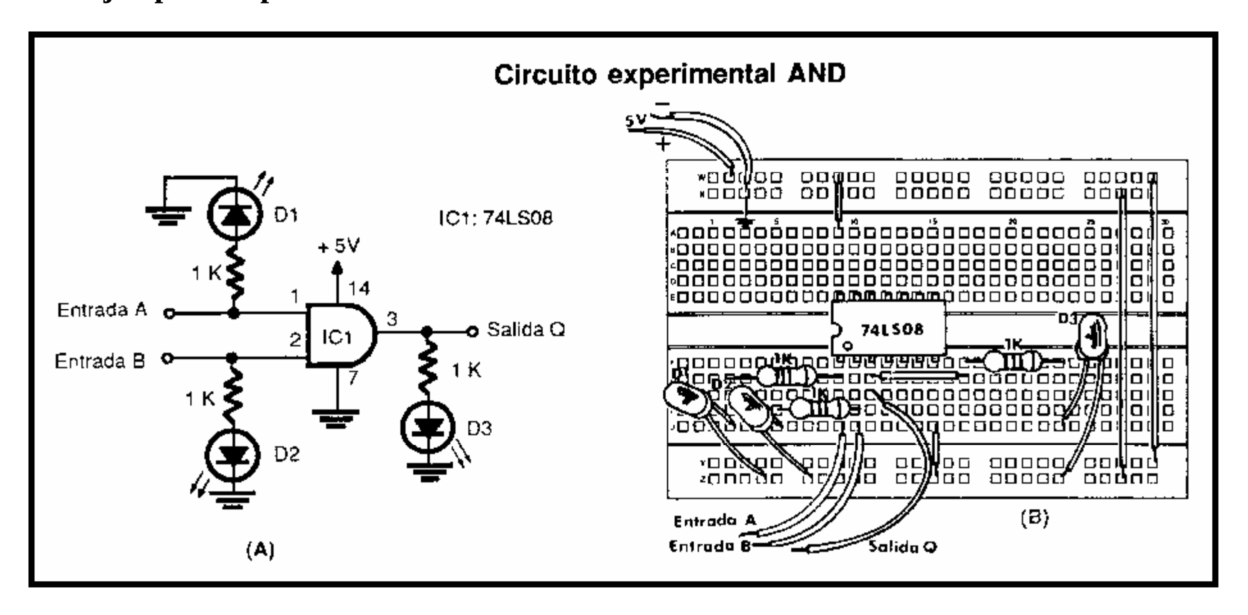
Las dos zonas más exteriores contienen unas líneas de interconexión que vamos a denominar verticales, que enlazan eléctricamente entre sí a todos los puntos de cada una de las cuatro filas verticales de orificios que se observan. Por lo tanto si se insertan dos o más terminales sobre los puntos de una de estas filas quedarán conectados sin necesidad de ninguna operación adicional.

Las dos zonas del centro contienen también una interconexión entre puntos, pero aquí está realizada en sentido horizontal, de forma que se encuentran conectados entre sí los cinco orificios de contacto de cada una de las 58 hileras de puntos de la placa, estando toda s ellas aisladas de las demás.

Las filas verticales se denominan buses y se utilizan para distribuir el voltaje de alimentación a lo largo del circuito que se va a ensamblar. Todos los puntos de un bus o de una fila horizontal están conectados eléctricamen te entre sí, pero aislado de todos los demás.

En el área central se insertan y conectan los componentes del circuito como integrados, resistencia, condensadores, transistores, LED, puentes, etc. A lo largo del canal central se instalan circuitos integrados, relés en miniatura y otros componentes que vienen en presentación tipo DIP o de doble hilera

Ejemplo de aplicación.-



En la figura A, se muestra el diagrama esquemático del circuito de comprobación de una compuerta AND.

En la figura B, se indica la forma de montar este circuito en el protoboard.